

## 2008 KÜRESEL KRİZ SÜRECİNDE TÜRKİYE BANKACILIK SEKTÖRÜ ETKİNLİK ANALİZİ

### Efficiency Analysis of Turkish Banking Industry During 2008 Financial Crisis

Tekiner KAYA<sup>1</sup> & Burak ERTOK<sup>2</sup>

#### Özet

VZA (Veri Zarflama Analizi) modelleri ile yapılan etkinlik ölçümü çalışmalarının önemli bir bölümü, bankacılık sektörü üzerinde gerçekleştirilen çalışmalardan oluşmaktadır. VZA modeli sonucu elde edilen bulgular, etkin olmayan bankaların, etkin olabilmeleri için almaları gereken karşı önlemleri net bir şekilde ortaya koymaktadır. Etkinliğin zaman içerisindeki seyrini, ilgili dönem içerisinde etkinlikte meydana gelen değişimleri gözlemlemek ve bu değişimlerin sebeplerini analiz etmek üzere de VZA'nın farklı modelleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada da, 2008 küresel kriz sürecinde, Türkiye Bankacılık Sektörü etkinlikleri, Çok Kriterli VZA ve Malmquist Üretim Endeksi modeli yardımıyla ölçülmüştür. 2008-2010 döneminin incelendiği çalışmada, ÇKVZA modeli etkin bankaları kendi içerisinde sıralamaya olanak sağlarken, Malmquist üretim endeksi modeli ise kriz sürecinde bankaların etkinliklerinde meydana gelen değişimleri ve sebeplerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, 2008 küresel finansal kriz sonrası Türkiye bankacılık sektöründe, önemli birtakım değişimler olduğunu ortaya koymaktadır. Bankacılık sektörü etkinlik değerlerinin, 2008 yılından 2009 yılına geçişte %36 oranında (ortalama) arttığı, 2010 yılında ise 2009 yılına göre yaklaşık %79 oranında azaldığı görülmektedir. Takipteki krediler girdisindeki önemli artışlar ve net faiz geliri ve faiz dışı gelirler çıktılarındaki keskin düşüşler, etkinlik değerlerinde önemli değişimlere/dalgalanmalara sebep olmuştur. Olumsuz teknolojik değişim, bankaların girdilerini ya da kaynaklarını, çıktılarını üretmekte etkin biçimde kullanmadıklarının bir göstergesidir. Teknolojik değişimin, kriz sonrasında mikro, küçük, orta ve büyük ölçekli bankalar üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu da çalışma kapsamında elde edilen bir diğer önemli bulgudur.

#### Abstract

Significant number of studies on efficiency analysis via Data Envelopment Analysis (DEA) model are performed on banking industry. The results of the DEA models expose clearly what the inefficient banks should take countermeasures to be an efficient decision making unit. The different types of DEA models are used to measure how the change over time and to analyze the of changes in efficiency. In this study, efficiency of Turkish Banking industry is measured via multi-criteria data envelopment analysis (MC-DEA) and Malmquist productivity index during 2008 global financial crisis. While MC-DEA is used to rank the efficient decision making units, Malmquist productivity index model is used to expose changes in efficiencies over time and reasons behind it. Findings reveal significant efficiency changes after 2008 financial crisis. The average efficiencies of the banks increased by 36% from 2008 to 2009. However, in 2010, it decreased by 79% compared to 2009. Increases non-performing loans as an input and dramatic reductions in interest income and non-interest income as outputs cause significant fluctuations on efficiency. The negative technological change shows that banks could not transform inputs into outputs efficiently in the analyzed period. Another finding shows that in the post-crisis period, technological change has more impact on micro, small, medium and big sized banks.

#### Anahtar

#### Kelimeler:

Çok kriterli VZA,  
Malmquist  
üretkenlik endeksi,  
2008 küresel kriz,  
etkinlik

#### Jel Kodları:

C02, C44, C67,  
G21

#### Keywords:

Multi-criteria DEA,  
Malmquist  
productivity index,  
2008 financial  
crisis, efficiency

#### Jel Codes:

C02, C44, C67,  
G21

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, tekiner.kaya@nevsehir.edu.tr

<sup>2</sup> Doktora Öğrencisi, Ankara Üniversitesi, SBE, İşletme Bölümü.

## 1. Giriş

Karar verme, hedef/amaçlar doğrultusunda, mümkün seçenekler arasından bir ya da birkaçının belirlenmesi süreci olarak tanımlanmaktadır (Eroğlu ve Lorcu, 2007). Bir bankanın yatırım uzmanı elindeki fonları hangi finansal varlıklara ne kadar dağıtması gerektiğini, üretim yapan bir şirketin planlama bölümünde çalışan kişi hangi üründen ne kadar üretmesi gerektiğini, insan kaynakları yöneticisi hangi özelliklere sahip olan personelin hangi işlerde daha etkin olabileceğine, market alışverişine çıkmış ev hanımı bütçesini aşmadan hangi üründen ne kadar alacağına karar vermek ister. Bu kararların temelini bakıldığında karar vericilerin ya faydalarını maksimize etmek ya da katlanacakları maliyetleri minimize etmek amacı güttüklerini görebiliriz. Bu durumda özellikle iş hayatında işletmelerin stratejik öneme sahip kararlarını oluştururken çeşitli sayısal karar verme yöntem ve programları kullandıkları göze çarpmaktadır.

İş gücü planlamasından, yatırım planlamasına, taşımacılık sektöründen üretim planlamasına kadar çeşitli alanlarda uygulanabilen doğrusal programlama yaklaşımı karar vericilere karar sürecinde destek sağlamaktadır. Doğrusal programlama, doğrusal bir yapıdaki kısıtları ihlal etmeden, doğrusal formdaki amaç fonksiyonunu maksimize ya da minimize etmeyi sağlayan ve bunun sonucunda da karar değişkenlerinin aldıkları değeri bulan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğrusal programlama kısıtlı optimizasyon yaklaşımı olarak kıt kaynakların ilgilenilen amacı optimize edecek şekilde dağıtılması olarak tanımlanabilir (Ulucan, 2007). Veri zarflama analizi de doğrusal programlama tabanlı bir etkinlik ölçme yaklaşımıdır.

Stratejik planlamanın ve üretim kontrolün de özü, işletme içi kaynakların en etkin bir şekilde kullanılması esasına dayanmaktadır. Bu nedenle, sürekli değişim gösteren Pazar koşullarına ayak uydurabilmek ve artan Pazar rekabetinde daha uzun süre yaşayabilmek için günümüz işletmeleri sahip oldukları kaynakları en etkin ve verimli bir biçimde kullanmak zorundadırlar.

Verimlilik denildiğinde ilk akla gelen, girdi, dönüşüm ve çıktı sonunda elde edilen çıktıların, süreç boyunca kullanılan girdilere oranıdır. Örneğin, “harcanan elektrik kw/saat başına üretilen araç sayısı” ya da “harcanan işgücü saatine bağlı olarak üretilen ayakkabı adedi” birer verimlilik göstergesi olarak kullanılabilir. Diğer yandan bu ölçüler, kısmi verimlilik ölçütleridir. İşletmelerin ne derece etkin olarak çalıştıklarını göstermezler. Verimliliği daha doğru ölçebilmek için tüm çıktı ve tüm girdilerin toplamından oluşan büyüklükleri ele almamız ve büyüklüklerin oranını belirlemek gerekmektedir. Bu kapsamda ortaya çıkan bir diğer sorun ise, tüm girdi ve çıktıların, bu ölçümde eşit ağırlığa sahip olmamalarıdır. Her bir değişken ve büyüklüğü, verimliliği farklı oranlarda etkilemektedir.

Çok boyutlu bir kavram olan verimlilik, birçok tanıma sahip olduğu gibi, ölçüm yöntemleri de farklılık gösterir. Verimlilik ölçümü ile ilgili literatürde pek çok yöntem mevcuttur. Diğer yandan verimlilik ve etkinlik kavramları birbirleriyle karıştırılmakta, bir kavram kargaşası bu anlamda yaşanmaktadır (Yolalan, 2003).

İşletme verimliliğinin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden en basit olanı oran analizidir. Bu yaklaşımda, her bir oran verimlilikle ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken diğerlerini göz ardı etmektedir. Bir taraftan bazı oranlar işletmenin son derece

başarılı olduğu görünümü verirken, diğer taraftan bazıları da işletmenin son dere başarısız olduğu sonucuna varabilmektedir.

Parametrelili yöntemlerde verimlilik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı ile yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Parametrelili yöntemlerde verimlilik ölçümünde, genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yöntemi kullanılırken, üretim fonksiyonu çoğunlukla bir çıktı ve birçok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır (Ramanathan, 2003).

Parametrelili yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametresiz yöntemler ise genel olarak matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemişlerdir. Veri zarflama analizini de içerisine alan parametresiz yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu açıdan daha esnekler ve birden fazla girdili ve birden fazla çıktılı üretim ortamlarında verimlilik ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptirler (Yolalan, 2003).

Farrel (1957) tarafından “etkinlik analizleri” olarak adlandırılan analizler, etkinlik analizlerinin temelini oluşturur. Etkin kenarlar, mevcut verileri zarflarlar. Bu etkinlik, eldeki veriler ve diğer firma verilerine bağlı olarak elde edilmiş bir etkinliktir. Dolayısı ile bu etkinlik, görelili bir etkinlik olup, kesin bir etkinlik anlamı taşımaz (Ramanathan, 2003).

Bu çalışmada, Türk bankacılık sektöründe faaliyet gösteren 26 bankanın, küresel krizin başladığı 2008 yılı ile takip eden 2009 ve 2010 yıllarında görelili etkinliklerindeki değişim incelenmiştir. Mikro anlamda, bankalar bazında etkinlikleri incelemek ve etkin çıkan bankaları kendi içlerinde de sınıflayabilecek çok kriterli veri zarflama analizi (ÇKVZA) modeli kullanılmıştır. Makro anlamda ve etkinlik değişiminin 4 boyutu üzerinde (etkinlik değişimi (TE), teknoloji değişimi (TC), saf teknik etkinlik değişimi (PTE) ve ölçek etkinlik değişimi) üzerinde analizler yapmak sureti ile bankacılık sektörü performansını ortaya koymaya yönelik olarak kullanılan Malmquist üretim endeksi modeli ise, etkinlikte meydana gelen değişimlerin sebeplerini ortaya koymak üzere kullanılmıştır. Krizin başladığı yıl ve sonrası dönemde etkinliklerde meydana gelen değişimde, yönetsel yaklaşım değişimi, ölçek ekonomisi değişimi ya da teknolojik değişimin rollerini ortaya koyma amacı gütmektedir. Yine makro anlamda, farklı boyutlarda elde edilen bulgular yardımı ile, bankaların kriz karşısında verdikleri tepkiler, sahiplik ve ölçek büyüklüklerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümleri řu şekilde ilerlemektedir: 2. Bölümde, bankacılık sektörü ve bu alanda yapılan etkinlik çalışmalarına yer verilmiş, sonraki bölümde ise literatürde oldukça geniş bir kullanım alanı bulan veri zarflama analizi (VZA) modeline değinilmiştir. 4. Bölümde, çalışmada kullanılan etkinlik ölçüm metotları üzerinde durulmuştur. 2008-2010 yılları arasında ve 2008 global finansal krizi sonrası Türkiye bankacılık sektörü performansını ortaya koymak ve buradaki değişimi sebepleri ile birlikte mikro ve makro açıdan değerlendirmek üzere yapılan uygulama çalışması, 5. Bölümde detaylı olarak açıklanmış, ÇKVZA ve malmquist üretim endeksi modelleri sonucu elde edilen bulgular, yine aynı bölümde yorumlanmıştır. Son bölümde ise, çalışma sonucunda elde edilen bulgular ve öneriler paylaşılmıştır.

## 2. Bankacılık Sektöründe Etkinlik Kavramı ve Etkinliğin Ölçülmesi

Bankacılık sektöründe etkinlik, makro ve mikro açıdan olmak üzere iki farklı açıdan değerlendirilebilir. Makro açıdan etkinlik, bankacılık sisteminin finansal aracılık işlevini yerine getirip getirmediği iken, mikro açıdan etkinlik bir firma olarak bankanın kaynaklarını ne ölçüde etkin kullanabildiğini ifade etmektedir (Suiçmez, 1990). Bankacılık sektöründe etkinliğin ölçülmesinde üretim yaklaşımı, aracılık yaklaşımı ve kar yaklaşımı olmak üzere literatürde üç temel yaklaşım vardır. Etkinliğin ölçülmesinde kullanılacak girdiler ve çıktıların belirlenmesinde bu üç yaklaşım önem arz etmektedir.

Üretim yaklaşımında bankalar; emek, nakdi ve aynî sermaye gibi kaynakları girdi olarak kullanarak vadeli ve vadesiz tasarruf mevduatı, ticari kredi, gayrimenkul edindirme ve tesis kredileri gibi çıktıları üreten konumundaki kuruluşlar olarak kabul edilmektedir (Cingi ve Tarım, 2000).

Bankacılığın temel işlevi mevduat veya diğer kaynaklardan toplanan fonların kredi şeklinde ekonomi içerisindeki fon ihtiyacı olan birimlere ulaştırılmasıdır. Aracılık yaklaşımının temel hipotezi, “bankacılık sisteminin esas işlevi ödünç verilen fonlarla, ödünç alınan fonlar arasında aracılık yapmasıdır” düşüncesi olduğundan; mevduat ve diğer kaynaklar bankanın girdisi, kredi ve diğer varlıklar ise bankanın çıktısı olarak algılanmaktadır. Bu yaklaşım, etkinlik ölçümünde üretim yaklaşımından farklı olarak hesap sayısı yerine para birimini temel almaktadır. (İnan, 2000) Girdi açısından bakıldığında ise, üretim yaklaşımı yalnızca işletme maliyetlerini göz önünde bulundururken, aracılık yaklaşımı bu perspektifin bir adım ötesine giderek faiz cinsinden maliyeti de göz önünde bulundurmaktadır. (Cingi ve Tarım, 2000) Bu ayrımlar dikkate alındığında üretim yaklaşımının genelde şube verimliliğini ölçmede, aracılık yaklaşımının ise sektöre yönelik ölçümlerde kullanılmasının daha uygun olduğu söylenebilir (Berger ve Humphrey, 1997).

Kâr yaklaşımında, bankaların kârını maksimize etmeye çalıştıkları kabul edilmektedir. Bu doğrultuda, kârını maksimize etmeyi amaçlayan bankaların yalnızca gelirlerini artırmaya ve maliyetlerini azaltmaya gayret gösterdiği dikkate alınmaktadır. Kâr yaklaşımında girdi olarak faiz dışı giderler, çıktı olarak ise net faiz geliri ve faiz dışı gelirler kullanılabilir (Drake vd, 2009).

Bankacılıkta etkinlik ölçme yöntemleri genel olarak rasyo analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olarak üç gruba ayrılmaktadır. Rasyo analizi, en yoğun kullanılan verimlilik ölçme yöntemidir. Bu yöntem tek girdi ile çıktıların birbirleriyle oranlanması sonucu oluşan matematiksel ilişkinin zaman içinde izlenmesi şeklinde uygulanmaktadır. Ancak bankacılık sistemi gibi çok sayıda girdi ve çıktı içeren karar birimlerinde bir tek rasyoya bakarak karar vermek ve banka etkinliğini anlamak mümkün değildir. Bu nedenle genellikle birbirleriyle ilişkili çok sayıda rasyo kullanılmaktadır. Fakat bu durumda incelenen rasyoların anlamlı bir grup haline getirilememesi dolayısıyla bir arada değerlendirilip yorumlanamaması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Seyrek ve Ata, 2010).

Parametrik yöntemlerde genel olarak bir gözlem kümesi vardır. Bu küme içinde en iyi performansın regresyon çizgisi sınırı üzerinde olduğu varsayılarak, bu çizgiden sapma göstermeyen gözlemler etkin; bu gözleme göre başarısız olan diğer gözlemler de etkisiz olarak

tanımlanmaktadır. Bu yöntemlere göre her durumda bir etkinlik sınırına ulaşmak olanaklıdır. Ayrıca yöntem her zaman bir rassal hatanın olacağını da varsaymaktadır. Tam etkin olan gözlemler zaten hatanın sıfır olduğu gözlemlerdir (İnan, 2000). Dolayısıyla, bir gözlemin etkisiz olduğuna ancak ölçüm hatalarının giderilmesinden sonra karar verilebilir (Seyrek ve Ata, 2010).

Parametrik olmayan yöntemler ise, doğrusal programlama kökenli teknikleri kullanarak etkinlik sınırına olan uzaklığı ölçmeye çalışmaktadırlar. Bu yöntemler, parametrik yöntemlerde olduğu gibi üretim biriminin yapısı ile ilgili davranışsal varsayımlara girmek zorunda olmadıkları için görece avantajlıdırlar. Ayrıca, söz konusu yöntemlerin birden fazla açıklayıcı ve açıklanan değişken kullanabilme gibi bir üstünlüğü vardır. Buna karşın bir rassal hata terimi içermedikleri için tesadüfi ya da diğer nedenlerle oluşan hataları modele aktarırlar ve etkinlik sınırını yanlış tespit edebilirler (Berger ve Humphrey, 1997). Parametrik olmayan yöntemlerden en yaygın olanı 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen veri zarflama analizi yöntemidir (Seyrek ve Ata, 2010).

### 3. Literatür

Etkinlik ölçümü ve veri zarflama modelinin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde, bu uygulamaların çoğunun deneysel çalışmalar olduğu görülmektedir. İşletmecilik uygulamaları ise ağırlıklı olarak bankacılık, sağlık, tarım ve hayvancılık, taşımacılık ile eğitim sektörlerinde gerçekleştirilmiştir. Yakın zaman uygulamaları ise enerji, finans ve çevre alanlarında yoğunlaşmaktadır.

VZA literatürünü ve uygulamalarını inceleyen pek çok yayın, yapılan çalışmaları kullanılan yöntem, uygulama alanları gibi çeşitli biçimlerde sınıflandırmakta ve derlemektedir. Seiford ve Thrall (1990) VZA gelişiminin ilk yıllarını incelemiş ve bu dönem yayınlarını derlemiştir. Sonrasında ise Seiford (1996) VZA'nın 1978-1995 gelişim serüvenini ele almıştır. Cooper vd. (2007) bazı VZA modellerini ve etkinlik ölçüm yöntemlerini incelemiştir. Cook ve Seiford (2009) ise 1978'den sonraki 30 yıllık süreçte VZA modellerini incelemiş ve karşılaştırmalı bir analiz yapmıştır. Liu vd., (2013a) VZA yayınlarını 1978-2010 yılları arasında incelemiş ve bu süreçte VZA'nın temel gelişim şablonunu ortaya koymuştur. Bu alandaki son tarama çalışması ise Emrouznejad ve Yang (2017) tarafından yapılan ve 1978-2016 yılları arasında yapılan tüm VZA çalışmalarının incelendiği çalışmadır. Tüm bu çalışmalar, genel VZA yöntemleri, ağ modeller, ağırlıkları kısıtlandırılmış modeller, değişken analizleri, veri setleri gibi metodolojik başlıklar çerçevesinde yapılmış detaylı araştırmalardır.

Liu vd. (2013b), web of science veri tabanında yaklaşık 5000 VZA uygulamasını incelemiş, VZA uygulamalarının çoğunlukla ilk 5 sektörü bankacılık, sağlık, tarım ve hayvancılık ve eğitim sektörleri olarak ortaya koymuştur. Toplam uygulamaların %41'ini bu 5 sektör uygulamaları oluşturmaktadır. Liu vd., (2013b)'e göre, bu 5 sektörün en çok uygulama alanı seçilmesinde, veriye ulaşılabilirlik ve etkinlik ölçümü için gerekli olan performans kriterleri (girdi-çıkıtı) belirlenmesinin nispeten daha kolay olmasıdır. Uygulama alanları içerisinde sağlık, eğitim ve iletişim sektörleri, son yıllarda görece olarak diğer sektörlerle göre daha az gelişim göstermiştir. Diğer yandan enerji ve çevre ile finans sektörleri alanlarında

yapılan uygulamaların sayısı ise hızla artmaktadır. Liu vd. (2013b)’ye göre, gelecek dönemde VZA çalışmalarının ağırlıklı olarak bu sektörlerde gerçekleştirilmesi beklenmektedir.

Bankacılık sektöründe ya da ekonomide yaşanan krizlerin bankacılık sektörü üzerindeki etkisini ölçümlemek amacıyla yapılan çalışmalardan birisi de Maredza ve Ikhida (2013) tarafından yapılan ve iki aşamalı VZA yönteminin kullanıldığı çalışmadır. Bu çalışmada, finansal krizin, bankacılık sektörü ve bankaların etkinlikleri üzerindeki etkileri 4 büyük Güney Afrika bankası üzerinde değerlendirilmiştir.

Bankacılık sektörü etkinliği analizi yapan bir diğer önemli çalışma, Charnes vd. (1990) tarafından yapılan ve girdi olarak toplam işletme giderleri, toplam faiz dışı harcama, şüpheli alacaklar karşılığı batık kredi miktarı, çıktı olarak ise, toplam faaliyet geliri, toplam faiz geliri, toplam faiz dışı gelir ve toplam kredilerin kullanıldığı çalışmadır. Bu çalışmada aracılık yaklaşımı kullanılmıştır. Benzer şekilde, aracılık yaklaşımının kullanıldığı ve Thompson vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada da girdi olarak; personel sayısı, fiziki sermaye, yabancı fonlar, şube sayısı ve mevduatı, çıktı olarak ise; toplam kredi ve toplam faiz dışı gelirleri kullanılmıştır.

Türkiye’de de benzer şekilde, bankacılık sektörü etkinliği çalışmaları, Cingi ve Tarım (2000), Çolak ve Altan (2002), Ekren ve Emirali (2002), Çetin ve Bıtırak (2010), Kabaklı (2011) çeşitli yıllardaki banka etkinliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmalarda, Malmquist, ağ VZA, pencere analizi, çok katmanlı modeller ve hiyerarşik modeller gibi pek çok farklı yöntem kullanılmıştır. Literatürde, bankacılık sektöründe etkinliği ölçümü üzerine yapılan pek çok çalışma yer alsa da, krizin, banka etkinlikleri üzerindeki etkisini mikro ve makro düzeyde inceleyen ve etkin karar birimleri arasında ayrı bir sıralama yapabilen bir çalışma yoktur. Bu çalışmanın, bu alandaki açığı kapatması amaçlanmıştır. Bu alanda literatürde yer alan en benzer çalışma Chen vd (2017) çalışmasıdır. 127 bankanın kriz dönemi ve sonrası etkinliği ölçümünün yapıldığı benzer bir çalışmada Chen vd. (2017), krediler, özsermaye, operasyonel maliyetler, personel giderleri, çalışan sayısı, amortismanlar ve şube sayıları girdi olarak kullanılmışken, toplam varlıklar, duran varlıklar, toplam borç, mevduat, vergi öncesi kar, net kar ve faiz dışı gelirler çıktı olarak kullanılmıştır. İncelemede bankaların mevduat, personel sayısı, duran varlık miktarları, takipteki krediler girdi olarak; net faiz gelirleri ve faiz dışı gelir verileri ise çıktı olarak kullanılmıştır.

#### **4. Veri ve Yöntem**

Bu çalışmada küresel krizin başladığı 2008 yılı ile 2009 ve 2010 yıllarında bankacılık sektöründe faaliyette bulunan ve belirlenen girdi-çıktılarına ulaşılabilen 26 banka için etkinliği analizi yapılmıştır. Çalışma kapsamında bankacılık alanında faaliyet gösteren 43 bankadan, 26’sı seçilmiştir. Bankaların mevduat, personel sayısı, duran varlık miktarları, takipteki krediler ile net faiz gelirleri ve faiz dışı gelir verilerinin 2008, 2009 ve 2010 yıllarında düzenli seyretmesi durumu seçim kriteri olarak kullanılmıştır. ÇKVZA ve Malmquist Üretim Endeksi modellerinin kullanıldığı çalışmada, mevduat, personel sayısı, duran varlık miktarları, takipteki krediler girdi olarak, net faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler ise çıktı olarak kullanılmıştır. Veriler, Türkiye Bankalar Birliği (TBB) internet sitesinden elde edilmiştir. Çalışmada bankaların

etkinlik düzeyleri KVZA ve Malmquist üretim endeksi yöntemiyle incelendiği için çalışmanın devamında VZA yönteminin genel özellikleri, KVZA ve Malmquist Üretim Endeksi yöntemi açıklanmıştır.

#### 4.1. Veri Zarflama Analizi

VZA, ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin görel etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş olan parametresiz bir etkinlik yöntemidir. İlk başta kar amacı gütmeyen kurumların (hastane, silahlı kuvvetler, üniversite vb.) karşılaştırılabilir etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları AR-GE projelerinde, çok uluslu ya da çok şubeli şirketlerin görel performanslarının ölçümünde ve sonunda kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası görel etkinliğin ölçümünde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Ramanathan, 2003).

VZA aslı itibari ile doğrusal programlama temelli bir yöntemdir. Esas itibar ile performans ölçümü için geliştirilmiştir. Firmaların girdi ve çıktı arasındaki etkileşimlerini ölçümlemeye ve görel performanslarını ortaya koymayı amaçlayan VZA'nın temelleri, Farrel (1957)'e kadar gitmektedir. Farrel'den önce ise, etkinlik yaklaşımı, "Pareto-Koopmans" etkinliği adı altında, Vilfredo Pareto ve Tjalling Koopmans'ın yapmış olduğu çalışmalarına dayanır. Örneğin, Pareto, sosyal ekonomi kavramını ve bileşenlerini, tüm tüketicilerin faydalanabileceği şekilde görselleştirmek için çalışmalar yapmıştır. Koopmans (1951) ise, bu yaklaşımı üretim ortamına adapte etmek için çalışmalar yapmış, "faaliyet analizi" ismini verdiği bu çalışmalarında Koopmans, optimum vektör testi ile mevcut kaynakların (işgücü, malzeme, sermaye vb) diğer çıktıları olumsuz etkilemeksizin herhangi bir çıktıyı artırma imkanlarını araştırmıştır. Pareto ve Koopmans'ın çalışmaları ve yaklaşımları tamamen kavramsaldir. 1957 yılında Farrel'in yapmış olduğu çalışmalardan önce bu alanda herhangi bir ampirik çalışmaya rastlanmamaktadır. Farrel'in yaklaşımı, Koopmans ve Pareto'nun tersine (ki Pareto ve Koopmans olayları, verimsizliği nedenlerini sorgulamaksızın betimlemiştir) faaliyetlerin etkinliğini ya da etkinsizliğini sorgulayan bir yaklaşımdır. Örneğin Koopmans, üreticilerin, fiyatlara optimal bir şekilde tepki vereceğini varsaymış ve bunu da "etkin fiyatlar" (efficiency prices) olarak isimlendirmiştir. Pareto ise bütün tüketicilerin mevcut sosyal politikalar çerçevesinde faydalarını maksimize edeceğini varsaymıştır. Bu alanda bir sonraki ileri adım ise, "The Coefficient of Resources Utilization" isimli çalışmasıyla Debreu (1951) tarafından atılmıştır. Etkinsizlik tanımlamalarına da değinen bu çalışma, faaliyet analizi literatürüne ek olarak bazı hesap uygulamalarına da değinmiştir. Bu nedenle Farrel (1957) ilk çalışmasında, devasa ve külfetli matris dönüşümleri üzerine odaklanmıştır.

Farrell'in "Sınır Üretim Fonksiyonu" alışmasını takiben "Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR)" tarafından 1978 yılında "girdi odaklı ve ölçeğe göre sabit getiri" varsayımı altında yapılan çalışma, veri zarflama analizi yönteminin gelişimine katkıda bulunan bir diğer önemli adım olmuştur. Charnes ve diğerleri tarafından ortaya konulan VZA'nın orijinal modeli tüm üretim bileşimlerinin sabit oranlarda değiştirilebileceği bir teknoloji olarak tanımlanan sabit ölçek getirisini (Constant Returns to Scale-CRS) varsayar. Charnes ve diğerleri ürettikleri mal ve hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin görel etkinliklerinin

ölçülmesi amacı ile parametresiz bir etkinlik yöntemi geliştirmişlerdir. 1978 tarihli çalışmadan sonra “Banker, Charnes ve Cooper” tarafından 1984 yılında CCR modelinin varsayımlarında değişiklik yapılarak “ölçeğe göre değişken getiri modeli (VRS)” üzerinde çalışılmış ve bu uygulama BCC modeli olarak adlandırılmıştır. Bu kapsamda Charnes vd. (1978) performans yönetimi alanında çalışmalarını sürdürmüştür. Fakat VZA bazlı detaylı çalışmalar 1991 yılında Norman ve Stoker (1991) tarafından yapılmış, Cooper vd.(2000) de VZA alanında önemli gelişimlere ön ayak olmuştur.

Yukarıda bahsedilen modeller çerçevesinde genel bir çıktı maksimizasyonuna yönelik CCR VZA modeli yazılacak olursa, aşağıdaki matematiksel modele ulaşılır.

X ve y değişkenlerine girdi ve çıktıyı temsil eden değişkenler diyelim. İ ve j’ler de belirli girdi ve çıktılar oldun. Bu durumda  $X_i$  ve  $Y_j$ , belirli bir karar birimi için i’ninci girdi ve j’ninci çıktıyı temsil etsinler. Toplam girdi ve çıktı miktarları da sırasıyla I ve J olsun. ( $I, J > 0$ )

VZA’nde çoklu girdi ve çıktılar, doğrusal olarak ve ağırlıkları çerçevesinde kümelenmişlerdir. Bu nedenle bir firmanın sanal girdisi, lineer olarak ağırlıklandırılmış bütün girdilerin toplamıyla ifade edilir. Burada;  $z_m$  m karar biriminin etkinliğini;  $y_{jm}$ , m’ninci karar birimi tarafından üretilen j’ninci çıktıyı;  $v_{jm}$ , m karar birimi tarafından j’ninci çıktıya verilen ağırlığı;  $x_{im}$ , m’ninci karar birimi tarafından kullanılan i’ninci girdiyi;  $u_{im}$ , m karar birimi tarafından i’ninci girdiye verilen ağırlığı ve  $y_{jn}$  ve  $x_{in}$  de n’inci karar birimi için j’ninci çıktı ve i’ninci girdiyi ifade etmektedir.

$$\text{Max } z = \sum_{j=1}^J u_{jm} y_{jm}$$

s.k.g

$$\sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} = 1$$

$$\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm} - \sum_{i=1}^I u_{im} x_{im} \leq 0; \quad m= 1,2,K,N$$

$$v_{jm}, u_{im} \geq \varepsilon; \quad i= 1,2,K,I; \quad j= 1,2,K,J$$

Benzer şekilde, girdi minimizasyonuna yönelik CCR VZA modeli de yazılabilir.

Bu süreçte şüphesiz en önemli nokta, ağırlıkların değerlendirmesidir ve bu oldukça hassas bir noktadır. Örneğin, insan bilimi alanında iyi olduğunu iddia eden ve bu alanda ün yapmış bir okul, insan bilimi alanındaki çıktılara yüksek ağırlık verilmesini talep edecektir. Başka bir okul da, öğrencilerinin büyük bir bölümünün sosyal anlamda zayıf gruplardan geldiğini öne sürecek ve bu girdi grubunun ağırlığının yüksek olmasını isteyecektir. Bu nedenle ağırlıklar esnek ve her bir karar birimi performansını yansıtacak şekilde yapılandırılmalıdır (Ramanathan, 2003).

Ağırlıkların atanması konusu, VZA’nde, her bir karar birimine tek bir set ağırlık verilmesi yolu ile çözülmektedir. Belli bir karar birimi için ağırlıklar, matematiksel programlama yolu ile belirlenir. Belirlenirken izlenen yol, bu ağırlıkların bir karar birimi



etkinliğini belirli koşullar altında ve diğer karar birimlerinin etkinliklerini de -ki bu etkinlikler de aynı ağırlık seti ile hesaplanır- 0 ile 1 arasında tutacak şekilde, maksimize eder.

Bir sonraki bۆlümde, çalışma kapsamında kullanılan 2 farklı gۆrelilik ۆlme modeli ۆzerinde durulmuş ve modellerin matematiksel formları açıklanmıştır.

#### 4.2. Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi

VZA alanında en hızlı gelişme araştırmacıların çok kriterli karar verme alanında çalışmaya başlamaları ile birlikte yaşanmıştır. Bu alandaki ilk alışmalar Golany (1988) tarafından yapılmıştır. alışmasında, hedeflenen çıktı dۆzeyini tahmin edebilmek için çok kriterli karar verme ve VZA tekniğini bir araya getiren yazarı, Stewart (1996) ok kriterli karar vermede Pareto optimalliğini VZA'nde gۆrelilikler için incelemiştir. Joro vd. (1996), VZA ve çok amaçlı lineer programlama modelleri arasındaki yapısal benzerlikleri ele almış ve VZA'nın çok amaçlı lineer programlama formۆlasyonunun karar birimlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi sۆrecinde ekstra bir esnekliğe sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Charnes vd. (1978) tarafından yapılandırılan VZA modeli temelli geliştirilen KVZA modeli de, kullanılan etkinlik kriterine bağlı tek bir model yerine, ۆ kritere sahiptir. ۆrneđin  $d_0$  minimizasyonu, maksimum sapmanın minimizasyonunu ve bۆtn sapmaların toplamının minimizasyonu gۆstermektedir. Bu çerçevede, bir KVZA modeli řu şekilde yazılabilir.

$$\min d_0 \text{ (maks\_} h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj0} \text{),}$$

min M,

$$\min \sum_{j=1}^n d_j$$

ř.k.g

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ioj} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + d_j = 0,$$

$j = 1, \dots, n,$

$M - d_j \geq 0, j = 1, \dots, n,$

$u_r, v_i, d_j \geq 0,$  her  $r, i$  ve  $j$  için.

Yukarıda gۆrlen çok amaçlı lineer programlama modelinde tüm amaçları da sağlayan bir çözüme eşzamanlı olarak ulaşmak genellikle mümkün değildir. Bu sebeple çok amaçlı lineer programlama optimum çözüm yerine uzlaşık çözüm arar ve en uygun çözümü sunar. Çok kriterli terminolojisinde bu kavram etkin çözüm olarak da ifade edilmektedir. Dolayısı ile her

bir çok amaçlı lineer programlama modeli, mutlaka bir uzlaşık çözüm barındırır.

Yukarıdaki ÇKVZA modelinde ilk amaç fonksiyonu klasik VZA modelindeki amaç fonksiyonu ile aynıdır. İkinci amaç fonksiyonunda yer alan  $M$ , bütün  $d_j$  değişkenleri arasında en yüksek sapmayı ifade eder ve bu sapmayı minimize etmeyi amaçlar. Üçüncü amaç fonksiyonu ise, sapmaların toplamını ifade eder. Fizibil çözüm alanında karar değişkenleri  $u_r$  ve  $v_i$  klasik VZA modelindeki gibidir. Kısıt fonksiyonlarında yer alan ek kısıtlardan  $M - d_j \geq 0 (j=1, \dots, n)$  kısıtı,  $M$ 'yi maksimum sapma yapma amacı güder. Diğer yandan bu kısıt, karar değişkenlerinin fizibil çözüm alanını değiştirmez.

İlk amaç fonksiyonu sonucu oluşan optimal çözüm, klasik VZA modeli çözümü ile aynı çerçevede ilerlemektedir. Bu çözüm  $DMU_0$  nin, sadece  $d_0$  'ın amaç fonksiyonu değerinin 0 olması durumunda etkindir. Benzer şekilde, ikinci ve üçüncü amaç fonksiyonları da tanımlanabilir:  $DMU_0$ ,  $d_0$  değerinin, ikinci amaç fonksiyonu çözümünde 0'a eşit olması durumunda minmax etkindir. Yine benzer şekilde,  $DMU_0$ ,  $d_0$  değerinin üçüncü amaç fonksiyonu çözümünde 0'a eşit olması durumunda minsum etkindir denilebilir. Yukarıdaki her üç tanımlama da, DEA etkinlik skoru  $1 - d_0$  değeri kadardır.

Minimax ve minsum etkinlikleri, klasik VZA etkinliklerinden daha kısıtlı etkinliklerdir. Çünkü minmax ve minsum etkinliklerine ulaşmak, klasik VZA modeline göre daha güçtür. Başka bir ifade ile eğer  $DMU_0$  minmax veya minsum etkin ise, klasik VZA modeli çıktısına göre de etkin olmak zorundadır. Çünkü, tanım itibari ile, minmax veya minsum etkinlik,  $d_0 = 0$  gerektirmektedir. Diğer yandan, eğer  $DMU_0$ , klasik VZA etkin olur ise, bu durumda minmax veya minsum etkin olmayabilir. Çünkü  $d_0 = 0$  gerekliliği,  $M$  veya  $\sum d_j$  minimizasyonunu gerektirmez. Bu kapsamda, minmax ve minsum kriterleri genellikle karar birimlerinin daha ez etkin formlarıdır. Ayırtedici bir güce sahip olduğu söylenebilir. Diğer yandan,  $M$  ve  $\sum d_j$  tüm değişken sapmalarının fonksiyonları olduğundan ve her bir değişken sapmasının bir kısıt ile ilişkili olmasından dolayı,  $M$ 'nin veya  $\sum d_j$ 'nin minimizasyonu, değişkenlerin ağırlıklandırılmasında daha dar bir kısıt anlamı taşımaktadır. Bu şekilde ağırlık esnekliği etkin bir şekilde kısıtlanmaktadır.

Daha önce de bahsedildiği üzere yukarıda verilen ÇKVZA modeli, ÇKVZA modellerinden sadece bir tanesidir. Etkinlik kriterinin seçimi, çalışmanın amacına bağlı olarak değişebilir. Minimax kriteri, genellikle minsum kriterine göre daha kısıtlayıcıdır. Karar birimlerinin sayısının, girdi ve çıktı sayısına göre çok büyük olması durumunda, hem  $M$  hem de  $\sum d_j$  kriterleri karar birimlerini çok daha az etkin çıkacak şekilde kurgulamaktadır. Bu yolla, klasik VZA modeline göre etkin olabilen pek çok etkin karar birimleri arasında da bir mukayese yapmak mümkün olabilmektedir. Başka bir ifade ile, etkin karar birimlerini, kendi içerisinde sıralayabilmektedir.

### 4.3. Malmquist Toplam Üretim Endeksi

Daha önce tartışılan etkinlik ölçme yaklaşımlarının zaman boyutu bulunmamakta olup, bu analizler herhangi belirli bir an için gerçekleştirilmiştir. Ancak etkinlik değerlendirme sürecinde

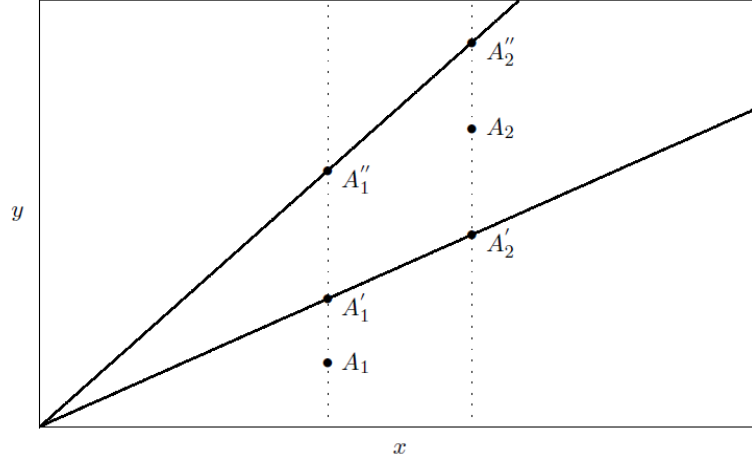
cevaplanması gereken önemli bir soru, zaman içinde etkinliğin nasıl değişmekte olduğudur. Bu bölümde, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (Malmquist Toplam Faktör Produktivitesi) (Total Factor Productivity-TFP) endeksi oluşturma konusu incelenmektedir. Karar birimlerine ilişkin panel verinin derlenebilmesi halinde toplam faktör verimliliğindeki değişme incelenebilmektedir. Benzer amaca yönelik olarak kullanılan Tornqvist/Fisher endekslerinden farklı olarak, Malmquist TFP endeksinin oluşturulabilmesi için ilgili karar birimlerinin kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu hedefledikleri varsayımına gerek bulunmamaktadır. Bu bağlamda, Tornqvist/Fisher metodu için gerekli olan fiyat verisinin derlenmesi Malmquist metodu için zorunlu değildir. Böylece, özellikle kamu sektörü veya kar amacı gütmeyen organizasyonların performansının ölçümünde zaman boyutunu dikkate alabilecek güçlü bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Malmquist TFP endeksi bahsedilen avantajlarına ek olarak, endeksi oluşturan iki bileşeni açıkça tanımlayabilmektedir. Bunlar, karar birimlerinin etkin sınıra yaklaşma sürecinin bir değerlendirmesi olan etkinlik değişimi (Efficiency Change) ve etkin sınırın zaman içinde değişimini belirlemeye yönelik olarak oluşturulan teknik değişmedir (Technical Change). Malmquist TFP endeksi, iki farklı yaklaşımla oluşturulabilmektedir: parametrik ve parametrik olmayan yöntemler. Parametrik olmayan yöntem olarak DEA tabanlı bir yaklaşım kullanılmaktadır. Bu bağlamda sadece parametrik olmayan yaklaşıma değinilmiş ve DEA tekniği ile olan ilişki ortaya konmuştur (Tarım, 2001).

#### **4.3.1. Uzaklık Fonksiyonu ve Malmquist Toplam Üretim Endeksi**

Malmquist TFP endeksi konusunda yazılmış olan temel referans niteliğindeki iki çalışma Nishimizu ve Page (1982) ile Fare, Grosskopf, Norris ve Zhang (1994)'ye aittir. Bahsi geçen ilk çalışma, Aigner ve Chu'nun (1968) doğrusal programlama tabanlı yaklaşımını kullanarak parametrik üretim sınırının belirlenmesini ve takiben TFP değişimini etkinlik değişimi ve teknik değişme bileşenlerinin toplamı olarak yazılabileceğini göstermiştir. İkinci çalışmada ise Caves, Christensen ve Diewert (1982)'ta tanımlandığı şekliyle Malmquist TFP endeksinin ölçümü için DEA tabanlı bir teknik geliştirilmiştir. Ayrıca yine, TFP endeksinin etkinlik değişimi ve teknik değişmeye karşılık gelen iki bileşenden oluştuğu gösterilmiştir. Bu iki çalışma arasındaki temel fark, Nishimizu ve Page (1982) parametrik bir yaklaşım kullanırken, Fare, Grosskopf, Norris ve Zhang (1994)'de ileride tanımlanacak olan uzaklık fonksiyonları parametrik olmayan yöntemle belirlenmekte ve buradan Malmquist TFP endeksinin hesaplanmasına geçilmektedir. Bu ve benzer yöntemlerle ilgili olarak daha ayrıntılı inceleme için Grosskopf (1993) ve Fare, vd. (1997) literatür taramaları bulunmaktadır.

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi iki gözlemin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçer. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonu kullanılmaktadır. Malmquist endeksi ile uzaklık fonksiyonları arasındaki ilişki bu noktada doğmaktadır. Caves vd. (1982) tarafından geliştirilen bu endekse, uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks kurma fikrini ilk ortaya atan Sten Malmquist'in ardından, Malmquist ismi verilmiştir. Uzaklık fonksiyonu çok-girdili çok-çıkıtlı üretim teknolojilerini, maliyet minimizasyonu veya kâr maksimizasyonu gibi hedefleri belirtmeden, tanımlamada kullanılmaktadır. Girdi uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok büzülen

(contraction) girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar. Benzer olarak, çıktı uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok genişleyen (expansion) girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar. Bu kısımda sadece girdi uzaklık fonksiyonu incelenmiştir. Ancak, benzer şekilde, çıktı uzaklık fonksiyonları da tanımlanabilir (Tarım, 2001).



**Şekil 1. Malmquist TFP Endeksi**

Şekilde CRS varsayımı altında tek-girdi tek-çıkıtı durumunda tek bir karar birimi A, incelenmiştir. s döneminde teknoloji  $I_1$  altında karar birimi A'nın lokasyonu  $A_1$ 'dir. t dönemine gelindiğinde, teknoloji  $I_2$  altında A'nın yeni lokasyonu  $A_2$  olarak gözlenir. Bu durumda;

$$\text{Etkinlik Değişimi} = \frac{y_{A_2}/y_{A_2''}}{y_{A_1}/y_{A_1'}}$$

$$\text{Teknik Değişme} = \left[ \frac{y_{A_2}/y_{A_2'}}{y_{A_2}/y_{A_2''}} \times \frac{y_{A_1}/y_{A_1'}}{y_{A_1}/y_{A_1''}} \right]^{1/2}$$

Bir ampirik çalışmada ardışık iki dönem için hesaplama yapabilmek için dört uzaklık fonksiyonunun da bulunması gerekmektedir. Bu hesaplama ise matematiksel programlamayla veya ekonometrik tekniklerle gerçekleştirilebilir. Malmquist TFP endeksi ile ilgili olarak kapsamlı bir tarama Fare ve diğerleri (1997) tarafından yapılmıştır. Yukarıda tanımlanan uzaklık değerlerinin tüm dönemler ve gözlemler için hesaplanabilmesi, N gözlem sayısını ve t dönem sayısını göstermek üzere,  $n(3t - 2)$  tane doğrusal programlama modelinin çözümünü gerektirmektedir. Ölçümlerle ilgili önemli bir nokta ölçüğe göre getiri varsayımı ile ilgilidir. Ölçüğe göre değişken getiri varsayımı altında Malmquist TFP endeksinin TFP değişimini doğru olarak ölçmediği Tatje ve Lovell (1995) tarafından verilen bir tek-girdi/tek-çıkıtı örneğiyle gösterilmiştir. Malmquist TFP endeksi için gerekli olan uzaklık fonksiyonlarını hesaplarken, bu sakıncaları ortadan kaldırmak için, ölçüğe göre sabit getiri varsayımında bulunmak gerekir. Ancak, Malmquist TFP endeksine yönelik yazında uzaklık fonksiyonlarının belirlenmesinde ölçüğe göre değişken getirinin de kullanılabilirliğini savunanlar bulunmaktadır (Tarım, 2001).

### 4.3.2. Üretim Artışı

Üretim artışı “bir gözlemin etkin sınırdan olan uzaklığında meydana gelen değişmeyi ifade eden etkinlik değişimi ve etkin sınırdan meydana gelen değişmeyi gösteren teknoloji değişimine bağlı olarak çıktı miktarında meydana gelen net değişme” olarak Grosskopf (1993) tarafından tanımlanmıştır. Bu tanımda bahsedilen etkinlik, girdi ve çıktıların gözlenen ve optimal değerlerinin karşılaştırılması ile elde edilir (Lovell, 1993) ancak optimal değerlerin ampirik olarak belirlenmesi çok zor olduğundan, etkinliğin ölçülmesinde gözlemlerden oluşturulan en iyi sınırın (best practice frontier) kullanılması genel kabul görmüştür. Bu sınırdan meydana gelen değişimler teknoloji değişimi, etkin olmayan birimlerin bu sınıra olan uzaklıklarında meydana gelen değişmeler ise etkinlik değişimi olarak adlandırılır (Karacabey, 2002).

Malmquist üretim endeksleri uzaklık fonksiyonlarının oranları olarak tanımlanabilir (Fare, vd.,1989) ve hem üretim değişiminin derecesi hem de bileşenleri hakkında bilgi verir. Uzaklık fonksiyonları, Farrell etkinlik ölçütünün karşılığı olduklarından, Malmquist endeksleri parametrik olmayan programlama teknikleri kullanılarak hesaplanabilir. Endeksin parametrik olmayan programlama tekniklerinin kullanımına olanak sağlaması ve ölçü birimlerinden bağımsız olarak kullanılabilmesi yaygın kullanımını sağlayan en önemli iki üstünlüğüdür (Grifell-Tatje ve Lovell,1998).

### 4.3.3. Malmquist Üretim Endeksi ve Bileşenleri

Fare, Grosskopf ve Lovell (1994) Malmquist üretim endeksini L tane firmanın olduğu bir örnekte, N adet girdi kullanarak,  $x_k$ ,  $k=1,2,...,N$ ; P adet çıktı,  $y_i$ ,  $i=1,2,...,P$ ; üreten bir birim için uzaklık fonksiyonlarının oranları biçiminde aşağıdaki gibi tanımlamışlardır (Karacabey, 2002).

$$M^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[ \frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} \times \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

Formülde M, Malmquist girdi tabanlı üretim endeksini ya da en son üretim noktasının  $(y^{t+1}, x^{t+1})$  bir önceki üretim noktasına  $(y^t, x^t)$  göre üretkenliğini ve D ise uzaklık fonksiyonunu simgelemektedir. Hesaplanan endeksin birden büyük bir değer alması toplam faktör üretkenliğinde iki dönem arasında bir artış meydana geldiğini gösterecektir. Denklem (1) de tanımlanan girdi tabanlı Malmquist üretim endeksi 4 uzaklık fonksiyonundan meydana gelmektedir.  $D^t(y^t, x^t)$  ve  $D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})$  uzaklık fonksiyonları örnekteki her gözlem için aşağıdaki doğrusal programlama modellerinin çözümüyle hesaplanabilirler; (Karacabey, 2002)

$$D^t(y^t, x^t) = \min_{\theta, z} \theta \quad (2)$$

$$\text{s.t. } y_{ji}^t \leq \sum z_j y_{ji}^t \quad i = 1, 2, \dots, P$$

$$\begin{aligned}
 \sum z_j x_{jk}^t &\leq \theta x_{jk}^t \quad k = 1, 2, \dots, N \\
 z_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, L \\
 D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) &= \min_{\theta, z} \theta \\
 \text{s.t. } y_{ji}^{t+1} &\leq \sum z_j y_{ji}^{t+1} \quad i = 1, 2, \dots, P \\
 \sum z_j x_{jk}^{t+1} &\leq \theta x_{jk}^{t+1} \quad k = 1, 2, \dots, N \\
 z_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, L
 \end{aligned} \tag{3}$$

Denklem (2) ve (3)'te verilen doğrusal programlama modellerinin Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen Veri Zarflama Analizinin dual formu olduğu kolaylıkla görülebilir. Bu problemlerin çözümleri ilgili birimin t ve t+1 dönemlerine ait etkinlik derecelerini verecektir. Karma dönemli uzaklık fonksiyonlarına ilişkin hesaplamalar ise aşağıdaki doğrusal programlama problemlerinin çözümü ile elde edilecektir (Karacabey, 2002):

$$\begin{aligned}
 D^t(y^{t+1}, x^{t+1}) &= \min_{\theta, z} \theta \\
 \text{s.t. } y_{ji}^{t+1} &\leq \sum z_j y_{ji}^t \quad i = 1, 2, \dots, P \\
 \sum z_j x_{jk}^t &\leq \theta x_{jk}^{t+1} \quad k = 1, 2, \dots, N \\
 z_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, L \\
 D^{t+1}(y^t, x^t) &= \min_{\theta, z} \theta \\
 \text{s.t. } y_{ji}^t &\leq \sum z_j y_{ji}^{t+1} \quad i = 1, 2, \dots, P \\
 \sum z_j x_{jk}^{t+1} &\leq \theta x_{jk}^t \quad k = 1, 2, \dots, N \\
 z_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, L
 \end{aligned} \tag{4}$$

(2) ve (3) numaralı problemlerin çözümleri (0,1] aralığında yer alırken, karma dönemli problemlerin çözüm değerleri birden büyük olabilir. (4) numaralı problemde yapılan işlem, ilgili birimin t+1 döneminde gözlenen değerini ve örnekteki diğer firmaların t dönemindeki gözlenen değerlerini kullanarak etkinliğini hesaplamaktır. Bir başka deyişle değerlendirilen birimin t+1 dönemindeki değerini, bir önceki dönemin gözlenen en iyi sınırı ile karşılaştırmak yani t+1 dönemindeki gözlemi t dönemindeki teknoloji ile değerlendirmektir. (5) numaralı problemde yapılan işlem ise bunun tam tersidir (Karacabey, 2002). (1) numaralı denklem aşağıdaki biçimde tekrar yazılabilir (Fare vd., 1994)

$$M_j^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} \left[ \frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \times \frac{D^t(y^t, x^t)}{D^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2} \tag{6}$$

$$M = TE \times TC$$

$$M_t^{t+1} = MEFFCH_t^{t+1} \times MTECH_t^{t+1}$$

$$TE = MEFFCH_t^{t+1} = \frac{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{CRS}^t(x^t, y^t)}$$

$$TC = MTECH_t^{t+1} = \left[ \frac{D_{CRS}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_{CRS}^t(x^t, y^t)}{D_{CRS}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

(6) numaralı denklemde parantezin dışında kalan oran, t+1 ve t dönemlerinde olulen Farrell girdi tabanlı etkinlik derecelerinin birbirine oranını yani etkinlik değişimini göstermektedir. Parantezin içinde yer alan iki oranın geometrik ortalamaları ise iki dönem arasında teknolojiye meydana gelen değişimi ölçmektedir.

Yukarıda kısaca özetlenen parametrik olmayan yaklaşım temelini oluşturan Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) veri zarflama analizi modeli gibi ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. Dolayısıyla Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından önerildiği biçimde modele yeni bir kısıt (konvekslik kısıtı “ $\sum z_j = 1$ ”) ekleyerek modelin ölçeğe göre değişen getirileri de dikkate alması sağlanabilir. Bu işlem ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında hesaplanan etkinlik değişimini saf etkinlik değişimi ve ölçek etkinlik değişimi biçiminde bileşenlerine ayırma olanağı verecektir.

$$TE = PTE \times SE$$

$$PTE = PUREEFFCH_t^{t+1} = \frac{D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{VRS}^t(x^t, y^t)}$$

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} = SCALEEFFCH_t^{t+1} = \frac{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{CRS}^t(x^t, y^t)/D_{VRS}^t(x^t, y^t)}$$

$$M = PTE \times SE \times TC$$

$$M_t^{t+1} = PUREEFFCH_t^{t+1} \times SCALEEFFCH_t^{t+1} \times MTECH_t^{t+1}$$

Bu modellerin ozulmesi sonucunda her bir birim için dört tane üretkenlik endeksi elde edilecektir. Bu endeksler teknik etkinlik değişimi (TE), teknoloji değişimi (TC), saf teknik etkinlik değişimi (PTE) ve ölçek etkinlik değişimidir (SE). Bu retim endekslerinin anlamları ve yorumlanmaları buyuk önem taşımaktadır (Karacabey, 2002). Öncelikli olarak TE ve TC seviyesindeki değişimin analiz edilmesi yararlı olabilir. Bu endekslerde “1” değerinden daha yüksek bir değer ile karşılaşılması halinde olumlu katkının söz konusu olduğunu, “1” seviyesinden duşuk durumlarda ise olumsuz katkının varlığından bahsedilebilir. (Gökgöz, 2009)

Etkinlikte meydana gelen artışın iki bileşeni vardır, bunlar PTE ve SE olmaktadır. PTE endeksindeki değişim ise, yönetsel etkinliğin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Diğer taraftan, etkinlik artışının PTE’den veya SE’den kaynaklandığının ortaya konulması da buyuk

anlam taşımaktadır (Karacabey, 2002).

Gerek Malmquist gerekse de ÇKVZA modelleri için, Dyson vd. (2001), girdi ve çıktıların toplamının en az iki katı kadar karar verme birimi belirlenmesi gerektiğini belirtmektedirler. Benzer şekilde Cooper vd. (2001) da, VZA modelinin anlamlı sonuçlar vermesi için, karar verme birimi sayısının girdi sayısı ile çıktı sayısı toplamının 3 katından fazla olması gerektiğini savunmaktadır. İlgili çalışmada, 4 girdi ve 2 çıktı kullanılmış (toplam 6) ve 26 karar verme birimi üzerinden etkinlik hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda, modelin yapısı, gerek Dyson vd. (2001) gerekse de Cooper vd (2001) varsayımlarını karşılamaktadır.

## 5. Bulgular

Çalışmada ÇKVZA yöntemi ile kurulan toplam 3 matematiksel modelden elde edilen sonuçlar ortaya konulmuş; ayrıca her üç modelin çıktıları karşılaştırılarak ulaşılan etkinlik düzeyleri değerlendirilmiş ve Malmquist üretim endeksi modeli sonuçları ile birlikte yorumlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, kullanılan 2 farklı yöntemle göre önce ayrı ayrı incelenmiş, sonrasında ise her iki modelden elde edilen bulgular bütünlük olarak değerlendirilmiştir.

### 5.1. Çok Kriterli Veri Zarflama Analizinden Elde Edilen Bulgular

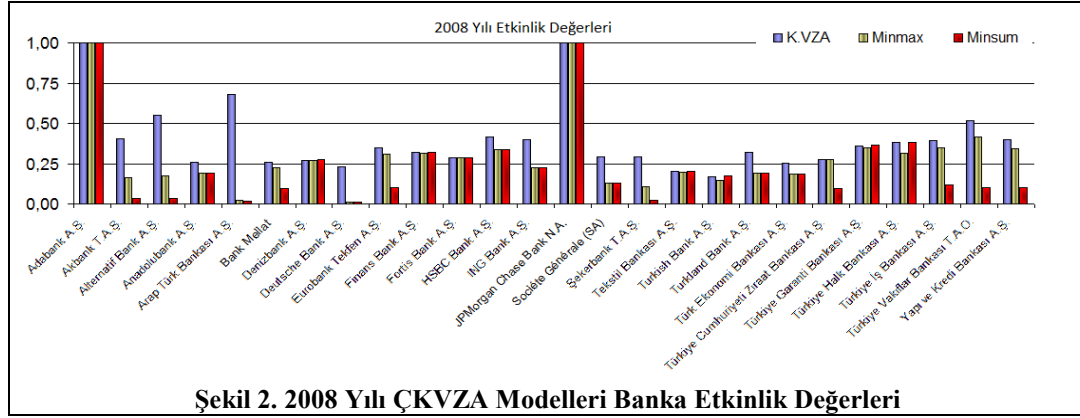
Çalışma kapsamında incelenen 26 bankanın etkinlik değerleri 2008, 2009 ve 2010 yılları için, ÇKVZA modelleri ile (Klasik VZA (KVZA), Minsum ve Minmax) Excel Solver yardımı ile çözülmüştür. Elde edilen bulgular ve üç yıla ilişkin banka etkinlik düzeyleri aşağıdaki tablolarda özetlenmiş ve ayrıca Ek 1’de sunulmuştur.

2008 yılı ÇKVZA etkinlik değerlerine bakıldığında (Tablo 1), Adabank ve JPMorgan Chase Bank N.A’nın her üç modelde de (klasik, minsum ve minmax) etkin olduğu görülmektedir. En etkin ilk 5 bankadan diğerleri ise etkinlik sıralamasında nisbi olarak geride kalmışlardır. ÇKZA’nın, etkin olan bankaları kendi içerisinde de sıralama gücü bulunduğundan, Tablo 1’de sadece en etkin olan bankalara yer verilmiştir. 2008 yılında ilk iki bankanın KVZA, minmax ve minsum değerleri aynı olduğu için bu iki banka arasında nisbi bir mukayese yapmak ÇKVZA kapsamında mümkün değildir.

**Tablo 1. 2008 Yılı ÇKVZA Modelleri Banka Etkinlik Değerleri**

Sıra	Banka	2008		
		KVZA	Minmax	Minsum
1	Adabank A.Ş.	1,00	1,00	1,00
2	JPMorgan Chase Bank N.A.	1,00	1,00	1,00
3	Arap Türk Bankası A.Ş.	0,68	0,02	0,02
4	Alternatif Bank A.Ş.	0,55	0,17	0,03
5	Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	0,52	0,41	0,10



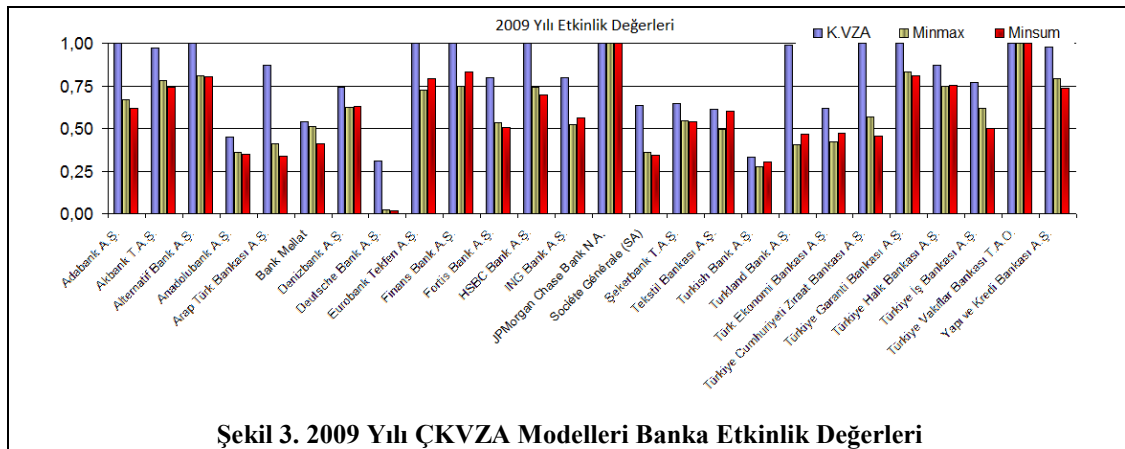


Şekil 2. 2008 Yılı ÇKVZA Modelleri Banka Etkinlik Değerleri

Tablo 2’de görüldüğü üzere, 2009 yılında KVZA modeli çözümüne göre etkin banka sayısı 9’a çıkmıştır. Bu bankalardan yine JPMorgan Chase Bank N.A 2009 yılında da etkinliğini devam ettirmiştir. Her üç modelde de etkin sonuçlar alan JPMorgan Chase Bank N.A ve Türkiye Vakıflar Bankası yukarıda sıralanan etkin 9 banka arasında en etkin olan bankalardır. KVZA modeline göre etkin olan diğer 7 bankadan minmax ve minsum kriterlerine göre nisbi sıralaması, aşağıdaki tablodan görülebilir. Sonuç olarak etkin olarak görülen 9 bankanın da kendi içerisinde minmax ve minsum kriterlerine göre etkinlikleri detaylandırılabilmiştir.

Tablo 2. 2009 Yılı ÇKVZA Modelleri Banka Etkinlik Değerleri

Sıra	Banka	2009		
		KVZA	Minmax	Minsum
1	JPMorgan Chase Bank N.A.	1,00	1,00	1,00
2	Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	1,00	1,00	1,00
3	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	1,00	0,83	0,81
4	Alternatif Bank A.Ş.	1,00	0,81	0,80
5	Finans Bank A.Ş.	1,00	0,75	0,83
6	HSBC Bank A.Ş.	1,00	0,74	0,70
7	Eurobank Tefen A.Ş.	1,00	0,72	0,79
8	Adabank A.Ş.	1,00	0,67	0,62
9	Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası A.Ş.	1,00	0,57	0,46
10	Türkland Bank A.Ş.	0,99	0,41	0,47
11	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0,98	0,79	0,74
12	Akbank T.A.Ş.	0,97	0,78	0,74

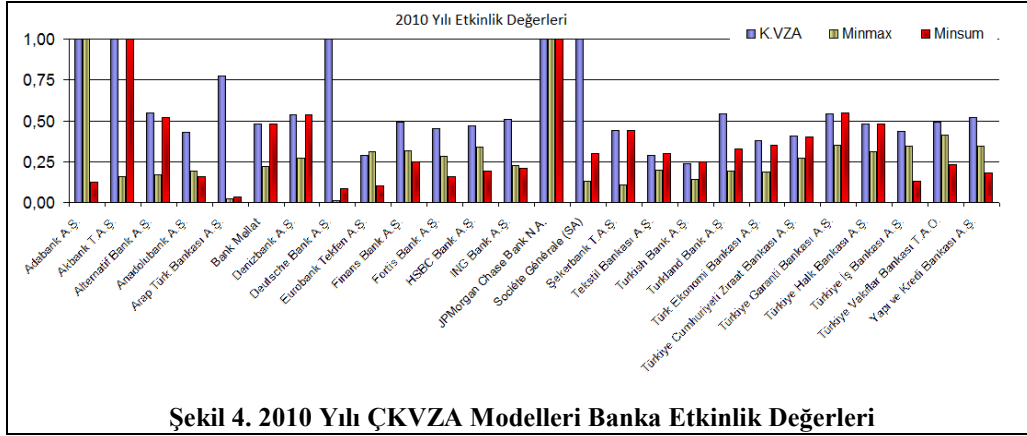


Şekil 3. 2009 Yılı ÇKVZA Modelleri Banka Etkinlik Değerleri

Tablo 3 incelendiğinde, 2010 yılında KVZA modeline göre 5 bankanın etkin olduğu görülmektedir. Yine bu etkin sınır üzerinde yer alan 5 bankanın kendi içerisindeki etkinlikleri (etkinlik ölçütüne önce KVZA, sonra Minmax ve son olarak da minsum öncelikli varsayılmıştır) sıralanacak olursa, JPMorgan Chase Bank N.A bankasının nisbi olarak en etkin banka olduğu, sonrasında Adabank, Akbank, Societe Generale ve Deutschebank’ın geldiği söylenebilir.

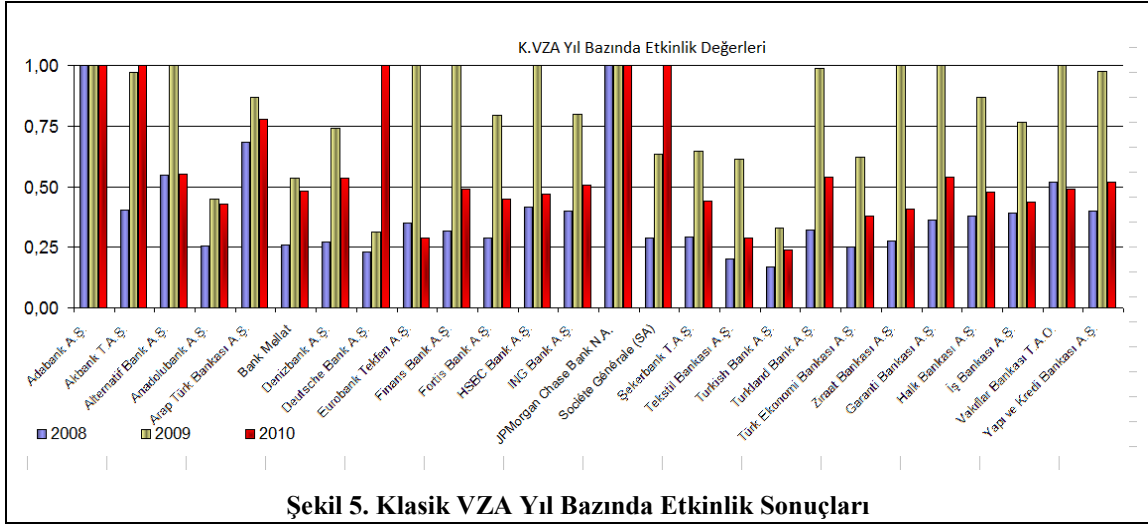
**Tablo 3. 2010 Yılı ÇKVZA Modelleri Banka Etkinlik Değerleri**

Sıra	Banka	2010		
		KVZA	Minmax	Minsum
1	JPMorgan Chase Bank N.A.	1,00	1,00	1,00
2	Adabank A.Ş.	1,00	1,00	0,12
3	Akbank T.A.Ş.	1,00	0,16	1,00
4	Société Générale (SA)	1,00	0,13	0,30
5	Deutsche Bank A.Ş.	1,00	0,01	0,08
6	Arap Türk Bankası A.Ş.	0,78	0,02	0,03
7	Alternatif Bank A.Ş.	0,55	0,17	0,52

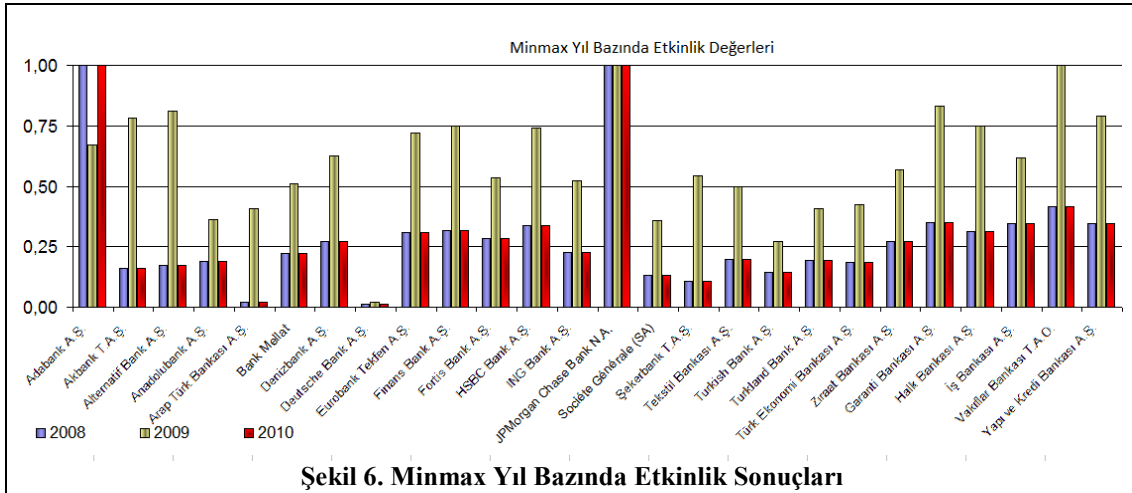


**Şekil 4. 2010 Yılı ÇKVZA Modelleri Banka Etkinlik Değerleri**

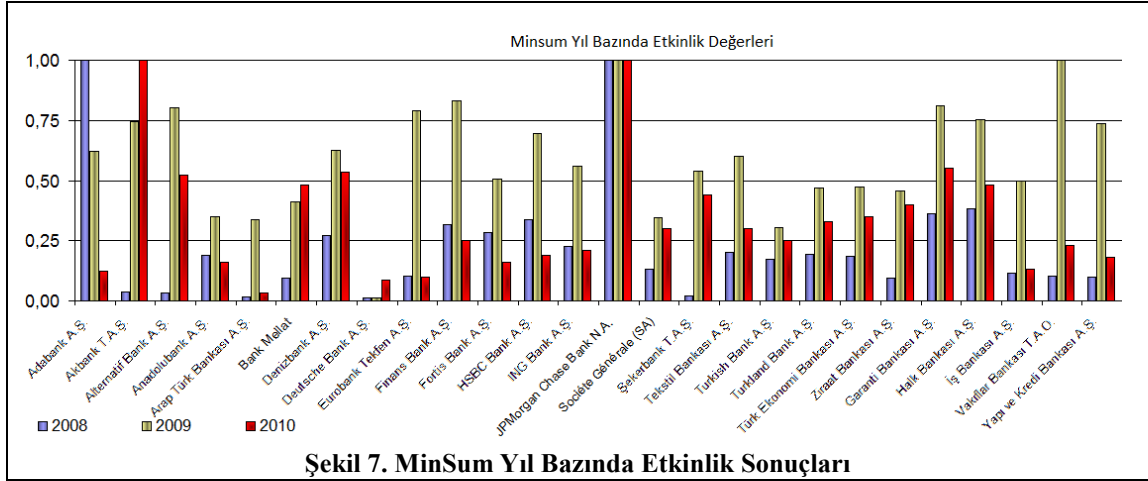
Bankaların KVZA, Minmax ve Minsum etkinlik değerlerinin her birinin ayrı ayrı 2008, 2009 ve 2010 yıllarındaki gelişimini görebilmek için Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7 hazırlanmış ve aşağıda sunulmuştur. Şekil 5’te yer alan KVZA sonuçlarına bakıldığında, tüm bankaların 2008 yılına göre 2009 yılında etkinliklerini önemli oranda arttırdıkları, fakat 2010 yılında üç yılda da etkin çıkan Adabank ve JPMorgan Chase ile Akbank, Deutsche Bank ve Societe Generale dışındaki tüm bankaların etkinliklerinin azaldığı görülmektedir. Fakat 2010 yılında azalış olmasına rağmen, Eurobank Tefen ve Vakıflar Bankası dışındaki tüm bankaların etkinlik değerleri 2008 yılı etkinlik değerlerinin üzerinde gerçekleşmiştir.



Şekil 6’da görülen minmax modeli sonuçları da KVZA sonuçlarına benzer niteliktedir. 2009 yılında yükselen etkinlik değerleri (Adabank ve üç yılda da etkin çıkan JPMorgan Chase hariç), 2010 yılında düşüş göstermiştir. Ancak KVZA sonuçlarından farklı olarak, 2010 yılında düşen etkinlik değerlerinin 2008 yılı etkinlik değerlerinden daha yüksek olmadığı, yaklaşık olarak 2008 yılı etkinlik değerleri ile aynı değerlere sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 7 incelendiğinde, Minsum etkinlik değerlerinin KVZA ve Minmax modellerinden elde edilen etkinlik değerlerine genel olarak benzer bir eğilim sergileyerek 2009 yılında yükseliş gösterdiği (üç yılda da etkin çıkan JPMorgan Chase ile Adabank ve Deutsche Bank hariç), 2010 yılında ise düşüş gösterdiği (üç yılda da etkin çıkan JPMorgan Chase ile Akbank, Bank Mellat ve Deutsche Bank hariç) görülmektedir. Ancak minmax modelinden farklı, KVZA sonuçlarına benzer şekilde, 2010 yılı etkinlik değerlerinin düşüş gösterse de 2008 yılı etkinlik değerlerinin üzerinde olduğu görülmektedir.



## 5.2. Malmquist Üretim Endeksi Analizlerinden Elde Edilen Bulgular

ÇKVZA’da olduğu gibi, burada da aynı 26 banka için yine aynı 4 girdi ve 2 çıktı kullanılarak 2008, 2009 ve 2010 yılları verileri ile  $26 \times (7+3) = 260$  doğrusal programlama modeli kurulmuştur. Oluşturulan modeller MS Excel Solver kullanılarak çözülmüştür. Analizin ilk aşamasında her yıl için ayrı ayrı bankaların etkinlikleri (2) numaralı denkleme bir konvekslik kısıtı eklenerek elde edilen doğrusal programlama modelinin çözülmesiyle hesaplanmıştır. Elde edilen etkinlik dereceleri bankaların ölçek büyüklükleri ve sahiplik yapılarına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise bankalarda meydana gelen üretim değişiklikleri ve nedenleri (2),(3),(4) ve (5) numaralı doğrusal programlama problemleri kullanılarak (6) numaralı denkleme göre hesaplanmış ve analiz edilmiştir. Bu analizde de bankaların gerek ölçek büyüklüklerinin gerekse sahipliklerinin üretim artışları üzerindeki etkisine ayrıca bakılmıştır. Bankaların uzaklık fonksiyonu değerleri, incelenen her bir dönem için hesaplanmıştır. Ancak hesaplanan değerlere göre, bankaları tek tek incelemek yerine, TC, TE, PTE, SE ve Malmquist üretim etkinlikleri ölçümü amaçlandığından, bankaların hesaplanan uzaklık fonksiyonu değerleri burada verilmemiş ve Ek 3’te sunulmuştur.

Bankaların sermaye yapılarına ve ölçek büyüklüğüne göre türleri Ek 2’de yer almaktadır. Sermaye yapıları bakımından bankaların 3’ü kamu, 11’i özel, 12’si ise yabancı banka niteliğindedir. Ölçek bakımından ise 5 banka küçük ölçekli banka niteliğindedir, mikro, orta ve büyük ölçekli banka sayısı 7’dir.

Tablo 4’te, Ek 3’te sunulan banka uzaklık fonksiyonu değerlerine ilişkin özet sonuçlar yer almaktadır. Buradaki etkinlik kavramı veri zarflama analizinin temelini oluşturan nispi etkinliktir, yani değerlendirilen grup içinde geçerli olan etkinlik derecesidir. Dolayısıyla bu grupta etkin olan bir bankanın başka bir grup içinde etkin olamaması ya da bu grupta etkin olmayan bir bankanın başka bir grup içerisinde etkin olması ihtimali vardır. Etkinlik derecesinin 1 olması tam etkinlik anlamına gelir. Tam etkin bir banka, gözlemlerden oluşturulan en iyi - etkin- sınırın üzerindedir ve girdi miktarını artırmadan çıktı miktarını artıramaz ya da çıktı miktarını azaltmadan girdi miktarını azaltamaz. Bir bankanın etkin olmaması demek benzer

üretim bileşimine sahip bir başka bankanın aynı miktarda kaynak kullanarak daha fazla çıktı üretebildiğini göstermektedir. Örneğin daha az personel, daha az mevduat, daha az duran varlıklar ya da daha az takipteki kredileri olan ancak daha fazla net faiz geliri ya da faiz dışı gelire sahip olan başka banka ya da bankaların var olduğu söylenebilir. Burada unutulmaması gereken etkinlik derecelerinin üretim endeksi yaklaşımına göre hesaplandığıdır. Dolayısıyla bir bankanın etkin olmaması o bankanın diğer özellikleri, örneğin karlılığı konusunda, çok fazla bilgi vermeyecektir.

**Tablo 4. Bankaların Yıllar İtibariyle Etkinlik Değerleri \***

	Yıllar İtibariyle Etkinlik	2008	2009	2010
Panel A	Ortalama Etkinlik	0.816	0.885	0.867
	Etkin Banka Sayısı	14	17	16
	Etkin Olmayanların Ortalaması	0.643	0.702	0.689
Panel B	Kamu Bankaları (3)	1.000	0.959	0.926
	Özel Bankalar (11)	0.765	0.837	0.806
	Yabancı Bankalar (12)	0.822	0.912	0.910
Panel C	Büyük Ölçekli Bankalar (7)	1.000	0.982	0.968
	Orta Ölçekli Bankalar (7)	0.906	0.971	0.950
	Küçük Ölçekli Bankalar (5)	0.770	0.777	0.677
	Mikro Ölçekli Bankalar (7)	0.624	0.797	0.845

\* Etkinlik değerleri ölçek etkisinden arındırılmış saf etkinliklerdir

Tablo 4'ün Panel A kısmında bütün bankaların ilgili yılda elde edilen etkinlik derecelerinin ortalamaları, etkin banka sayıları ve etkin olmayan bankaların ortalamaları görölmektedir. Bu değerlere göre 2009 yılı bankaların etkinlik derecelerinin en yüksek olduğu yıl olarak gözükmetedir. Buna karşılık 2008 yılı da ortalama etkinliğin en düşük olduğu yıl olarak belirlenmiştir. Genelde uygulamada etkinlik ortalamalarına bakılmasına karşılık Ganley ve Cubbin (1992) etkin olmayan birimlerin ortalamalarının daha fazla bilgi verebileceğini ileri sürmüşlerdir. Tablonun ortalama etkinlik değerlerini veren birinci satırına bakıldığında bankaların en etkin çalıştığı yılların sırasıyla 2008, 2010 ve 2009 olduğu görölmektedir. Etkin olmayan birimlerin ortalama değerlerine bakıldığında, 2010 yılı ortalama etkinliğinin 2008 yılından yüksek olmasının sektörün toplam etkinliğindeki artıştan kaynaklanmadığını göstermektedir. 2009 yılında etkin çalışan bankalar 2010 yılında da etkinliklerini devam ettirmişlerdir ancak etkin çalışmayan bankaların etkinlik değerleri de düşmüştür. Bu durumun, etkin ve etkin olmayan bankalar arasındaki farkın daha fazla belirginleşmeye başladığına işaret ettiği söylenebilir.

Tablo 4'ün Panel B kısmında bankaların sahiplik gruplarına göre hesaplanan ortalama etkinlikleri verilmiştir. Parantez içinde verilen sayılar grupta yer alan banka sayısını göstermektedir. Etkinlik değerlerine bakıldığında, her üç yılda da en etkin bankaların kamu bankaları olduğu, sonra yabancı bankaların geldiği, özel bankaların ise son sırada yer aldığı görölmektedir. Özel ve yabancı bankaların etkinlik değerleri 2009 yılında yükseliş gösterirken, 2010 yılında düşüş göstermiştir. Kamu bankalarının etkinlik değerleri ise her iki yılda da düşüş göstermiştir.

Tablo 4’ün Panel C kısmında ise bankaların ölçek büyüklüklerine göre sınıflandırılarak hesaplanan etkinlik değerleri görülmektedir. Parantez içinde verilen sayılar grupta yer alan banka sayısını göstermektedir. Burada dikkati çeken en önemli nokta, büyük ölçekli bankaların nispi başarılarıdır. 2010 yılına kadar bu grupta yer alan bankaların hepsi, göreceli etkin olarak çalışan bankalardır. Orta ölçekli bankaların da yüksek etkinlikte çalıştığı söylenebilir. Ölçek bakımından bir sıralama yapıldığında en etkin banka grubu sırasıyla büyük ölçekli bankalar, orta ölçekli bankalar, mikro ölçekli bankalar ve küçük ölçekli bankalardır. 2009 yılında büyük ölçekli bankalar hariç, diğer üç banka grubunda etkinlik değerleri yükselmiştir. 2010 yılında ise mikro ölçekli bankalar hariç diğer banka gruplarının etkinlik değerleri düşüş göstermiştir. Mikro ölçekli bankaların her iki yılda da etkinlik değerlerinin yükseldiği görülmektedir.

Analizin ikinci kısmında üretkenlik değişimi ve nedenlerini araştırmak amacıyla Malmquist üretim endeksi her banka ve her dönem için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tablo 5 ve Tablo 6’da sırasıyla 2008-2009 ve 2009-2010 Malmquist etkinlik değerleri yıl ortalamaları olarak gösterilmektedir. Tablonun son sütununda yer alan değerler toplam faktör üretkenliğindeki değişmeyi yani Malmquist endeksinin değerini gösterir. Eğer bu değer birden büyükse toplam faktör üretkenliği artmıştır sonucuna ulaşılır. Tablo 5’e bakıldığında 2008 yılından 2009 yılına geçiş döneminde, 2 banka (Adabank ve Deutsche Bank) dışında kalan 24 bankanın toplam faktör etkinliğinin arttığı görülmektedir.

**Tablo 5. 2008-2009 Dönemi Malmquist Üretim Endeksleri**

Sıra	Banka	2008-2009	2008-2009	2008-2009	2008-2009	2008-2009
		TC	TE	PTE	SE	M
1	Adabank A.Ş.	0.442	1.000	1.000	1.000	<b>0.442</b>
2	Akbank T.A.Ş.	0.691	2.088	1.000	2.088	<b>1.442</b>
3	Alternatif Bank A.Ş.	0.647	1.821	1.000	1.821	<b>1.179</b>
4	Anadolubank A.Ş.	0.678	1.802	1.086	1.659	<b>1.221</b>
5	Arap Türk Bankası A.Ş.	0.820	1.284	1.018	1.261	<b>1.053</b>
6	Bank Mellat	0.689	2.080	1.000	2.081	<b>1.432</b>
7	Denizbank A.Ş.	0.611	2.747	1.162	2.365	<b>1.678</b>
8	Deutsche Bank A.Ş.	0.664	1.351	1.037	1.303	<b>0.897</b>
9	Eurobank Tekfen A.Ş.	0.576	2.861	1.006	2.843	<b>1.649</b>
10	Finans Bank A.Ş.	0.580	3.001	1.000	3.001	<b>1.741</b>
11	Fortis Bank A.Ş.	0.511	2.745	1.000	2.745	<b>1.403</b>
12	HSBC Bank A.Ş.	0.652	2.400	1.000	2.400	<b>1.565</b>
13	ING Bank A.Ş.	0.707	2.002	1.000	2.002	<b>1.417</b>
14	JPMorgan Chase Bank N.A.	1.421	1.000	1.000	1.000	<b>1.421</b>
15	Société Générale (SA)	0.639	2.184	1.380	1.583	<b>1.396</b>
16	Şekerbank T.A.Ş.	0.629	2.218	0.983	2.257	<b>1.394</b>
17	Tekstil Bankası A.Ş.	0.586	3.070	0.924	3.322	<b>1.798</b>
18	Turkish Bank A.Ş.	0.615	1.925	1.912	1.007	<b>1.183</b>
19	Turkland Bank A.Ş.	0.681	3.076	2.065	1.489	<b>2.096</b>
20	Türk Ekonomi Bankası A.Ş.	0.659	2.463	1.419	1.736	<b>1.623</b>
21	T.C. Ziraat Bankası A.Ş.	0.651	2.159	1.000	2.159	<b>1.404</b>
22	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.658	2.503	1.000	2.503	<b>1.648</b>
23	Halk Bankası A.Ş.	0.655	2.125	0.882	2.409	<b>1.393</b>
24	Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.680	1.765	1.000	1.765	<b>1.201</b>
25	Vakıflar Bankası T.A.O.	0.717	1.931	1.000	1.931	<b>1.385</b>
26	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.639	2.433	1.000	2.433	<b>1.554</b>
	<b>Ortalamalar</b>	<b>0.659</b>	<b>2.067</b>	<b>1.085</b>	<b>1.906</b>	<b>1.362</b>

TC: Teknoloji değişimi, TE: Teknik etkinlik değişimi, PTE: Saf teknik etkinlik değişimi, SE: Ölçek etkinlik değişimi, M: Malmquist

Tablo 6'ya bakıldığında ise, 2009 yılından 2010 yılına geçişte, 26 bankadan sadece üçünün (Deutsche Bank, Ziraat Bankası ve Bank Mellat) toplam faktör etkinliğinin arttığı görölmektedir.

**Tablo 6. 2009-2010 Dönemi Malmquist Üretim Endeksleri**

Sıra	Banka	2009-2010				
		TC	TE	PTE	SE	M
1	Adabank A.ř.	0.075	1.000	1.000	1.000	<b>0.075</b>
2	Akbank T.A.ř.	0.501	0.855	1.000	0.855	<b>0.429</b>
3	Alternatif Bank A.ř.	0.397	1.000	1.000	1.000	<b>0.397</b>
4	Anadolubank A.ř.	0.264	0.983	1.125	0.874	<b>0.260</b>
5	Arap Türk Bankası A.ř.	0.267	0.886	0.878	1.008	<b>0.237</b>
6	Bank Mellat	1.296	0.896	1.052	0.851	<b>1.161</b>
7	Denizbank A.ř.	0.334	0.888	1.000	0.888	<b>0.297</b>
8	Deutsche Bank A.ř.	9.194	3.213	1.856	1.731	<b>29.544</b>
9	Eurobank Tekfen A.ř.	0.210	0.308	0.389	0.793	<b>0.065</b>
10	Finans Bank A.ř.	0.275	0.537	1.000	0.537	<b>0.148</b>
11	Fortis Bank A.ř.	0.215	0.580	0.947	0.612	<b>0.125</b>
12	HSBC Bank A.ř.	0.268	0.476	1.000	0.476	<b>0.128</b>
13	ING Bank A.ř.	0.364	0.670	1.000	0.670	<b>0.244</b>
14	JPMorgan Chase Bank N.A.	0.000	1.000	1.000	1.000	<b>0.000</b>
15	Société Générale (SA)	0.262	1.574	1.536	1.025	<b>0.413</b>
16	şekerbank T.A.ř.	0.355	0.854	0.947	0.902	<b>0.303</b>
17	Tekstil Bankası A.ř.	0.253	0.567	0.616	0.921	<b>0.144</b>
18	Turkish Bank A.ř.	0.262	0.841	1.056	0.796	<b>0.220</b>
19	Turkland Bank A.ř.	0.322	1.011	1.000	1.011	<b>0.325</b>
20	Türk Ekonomi Bankası A.ř.	0.294	0.628	0.957	0.656	<b>0.184</b>
21	T.C. Ziraat Bankası A.ř.	0.782	1.568	1.000	1.568	<b>1.225</b>
22	Türkiye Garanti Bankası A.ř.	0.415	0.697	1.000	0.697	<b>0.289</b>
23	Halk Bankası A.ř.	0.395	0.732	0.996	0.735	<b>0.289</b>
24	Türkiye İş Bankası A.ř.	0.434	1.033	1.000	1.033	<b>0.449</b>
25	Vakıflar Bankası T.A.O.	0.412	0.639	0.904	0.707	<b>0.263</b>
26	Yapı ve Kredi Bankası A.ř.	0.289	0.831	1.000	0.831	<b>0.240</b>
	<b>Ortalamalar</b>	<b>0.242</b>	<b>0.839</b>	<b>0.979</b>	<b>0.857</b>	<b>0.203</b>

TC: Teknoloji değişimi, TE: Teknik etkinlik değişimi, PTE: Saf teknik etkinlik değişimi, SE: Ölçek etkinlik değişimi, M: Malmquist

Tablo 7'de, Tablo 5 ve Tablo 6'nın son satırında yer alan 2008-2009 ve 2009-2010 ortalama Malmquist üretim endeksleri değerleri; Tablo 8'de ise yine ortalama malmquist üretim endeksleri değişim oranları (%) gösterilmiştir. Tablo 8'te yer alan bankaların yıllar itibariyle Malmquist üretim endekslerindeki yüzde değişimler incelendiğinde, ortalama olarak 2008 yılına göre 2009 yılında bankaların toplam faktör üretkenliklerinin % 36.2 arttığı söylenebilir. Bu değer her bir banka için hesaplanan Malmquist endeksi değerlerinin geometrik ortalamasına eşittir. 2010 yılında bir önceki döneme göre % 79.7'lik bir azalma meydana gelmiştir. Değerlendirme döneminin tümü için bakıldığında % 47.4'lük bir azalmanın gerçekleştiği görölmektedir.

**Tablo 7. Bankalar İçin Yıllar İtibariyle Malmquist Üretim Endeksleri Ortalamaları**

Yıl	TC	TE	PTE	SE	M
2008-2009	0.659	2.067	1.085	1.906	1.362
2009-2010	0.242	0.839	0.979	0.857	0.203
Ortalama	0.400	1.317	1.031	1.278	0.526

**Tablo 8. Bankalar İçin Yıllar İtibariyle Malmquist Üretim Endeksleri % Değişim Oranları**

Yıl	TC	TE	PTE	SE	M
2008-2009	-34.10%	106.70%	8.50%	90.60%	36.20%
2009-2010	-75.80%	-16.10%	-2.10%	-14.30%	-79.70%
Ortalama	-60.00%	31.70%	3.10%	27.80%	-47.40%

Bankaların toplam faktör etkinliklerinde meydana gelen değişme 4 ayrı endeks (teknik etkinlik değişim (TE), teknoloji değişim (TC), saf teknik etkinlik değişim (PTE) ve ölçek etkinlik değişim endeksi (SE)) ile açıklanabilir. Bu endeks değerleri ve değişimler, Tablo 7 ve Tablo 8’de görülmektedir. Öncelikle değişme üzerinde etkinlik değişiminin (TE) ve teknoloji değişiminin (TC) etkilerine bakmak gerekir. Bu endekslerde de birden büyük bir değer olumlu katkıyı, birden küçük bir değer ise olumsuz katkıyı göstermektedir. 2009 yılında bir önceki yıla göre etkinlik değişimi % 106.7 olumlu yönde, teknoloji değişimi (girdilerdeki azalışın, çıktılara tam olarak yansımaması durumu) ise yaklaşık % 34.1 olumsuz yönde olmuştur. Teknolojinin olumsuz yönde bir değişim göstermesi benzer miktarda girdi kullanılarak üretilen çıktı miktarında azalma olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla 2009 yılında bankaların kullandıkları girdilerde yarattıkları artışa karşılık, net faiz geliri ve faiz dışı gelir toplamalarında yeterli artış sağlayamadığı söylenebilir. Bir başka deyişle etkin sınırı oluşturan bankaların girdi çıktı kompozisyonları olumsuz yönde değişmiştir.

Etkinlikte meydana gelen artış ise yine iki bileşene ayrılabilir. Bunlar saf etkinlik değişimi ve ölçek etkinlik değişimidir. Saf teknik etkinlik yönetsel etkinliği, ölçek etkinliği ise bankaların kendilerine uygun ölçekte çalışıp çalışmadığını sorgulamaktadır. Teknolojideki değişme aracılığıyla ise aynı girdiyle üretilen çıktı miktarındaki değişimin yönü araştırılmaktadır (Kaya ve Doğan, 2005).

2009 yılında meydana gelen etkinlik artışında saf etkinliğin olumlu bir payı olduğu görülmektedir. Saf etkinlik bir önceki yıla göre % 8.5’lik bir artış göstermiştir. Literatürde saf etkinlik değişiminin yönetsel etkinliğin bir göstergesi olduğu yolunda da genel bir kabul olduğu düşünülürse, ilgili dönemde bankacılığın etkinliğinde meydana gelen değişimin hem yönetsel etkinlikten, hem de daha fazla oranda ölçek etkinliğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı söylenebilir.

Bankaların sahiplik yapıları ve ölçek büyüklüklerine göre hesaplanan malmquist üretim endeksi değerleri Tablo 9 ve Tablo 11’de, bu endekslerdeki değişimler ise Tablo 10 ve Tablo 12’de sunulmuştur. Üretim artışlarını sahiplik gruplarına ve banka büyüklüklerine göre incelemek, belirli bir grubun diğerlerine göre iyi ya da kötü performans gösterip göstermediği



konusunda bilgi verecektir. Tablo 9, bankaların sahiplik gruplarına göre üretim değişimlerini ve nedenlerini göstermektedir. İncelenen dönemler için, bütün gruplarda olumsuz yönde bir değişim gerçekleştiği görülmektedir. Özellikle yabancı bankalarda önemli bir üretim düşüşü yaşanmıştır. Bu üretim düşüşündeki en önemli etken ise teknolojik değişim olmuştur. Bankalarda üretim yaklaşımı çerçevesinde olumsuz bir teknolojik değişim olmasının anlamı bankaların girdilerini ya da kaynaklarını ölçülen çıktılarını üretmekte etkin biçimde kullanmadıklarının bir göstergesidir (Karacabey, 2002). Daha açık bir biçimde söylemek gerekirse, bankalar ya mevduat dışı yollardan kaynak yaratarak ya da yarattıkları fonları kredi dışı alanlara kanalize ederek ölçülen çıktılarının düşmesine neden olmuşlardır. Girdilerdeki artışa karşılık çıktı miktarının yeterli oranda artmaması üretim sınırının aşağıya doğru hareket etmesi ya da teknolojik değişimin negatif yönde olması sonucunu verecektir.

**Tablo 9. Banka Sahiplik Yapılarına Göre Malmquist Üretim Endeksleri**

Banka Sahiplik Yapılarına Göre	Dönem	TC	TE	PTE	SE	M
Kamu Bankaları (3 Banka)	2008-2009	0.674	2.069	0.959	2.158	1.394
	2009-2010	0.503	0.902	0.966	0.934	0.453
	<b>Ortalama</b>	<b>0.582</b>	<b>1.366</b>	<b>0.962</b>	<b>1.420</b>	<b>0.795</b>
Özel Bankalar (11 Banka)	2008-2009	0.625	2.027	1.094	1.854	1.268
	2009-2010	0.294	0.830	0.963	0.862	0.244
	<b>Ortalama</b>	<b>0.429</b>	<b>1.297</b>	<b>1.026</b>	<b>1.264</b>	<b>0.556</b>
Yabancı Bankalar (12 Banka)	2008-2009	0.688	2.104	1.110	1.895	1.447
	2009-2010	0.169	0.832	0.998	0.834	0.141
	<b>Ortalama</b>	<b>0.341</b>	<b>1.323</b>	<b>1.052</b>	<b>1.257</b>	<b>0.452</b>

**Tablo 10. Banka Sahiplik Yapılarına Göre Malmquist Üretim Endeksleri % Değişimi**

Banka Sahiplik Yapılarına Göre	Dönem	TC	TE	PTE	SE	M
Kamu Bankaları (3 Banka)	2008-2009	-32.63%	106.93%	-4.09%	115.76%	39.40%
	2009-2010	-49.75%	-9.81%	-3.43%	-6.60%	-54.68%
	<b>Ortalama</b>	<b>-41.82%</b>	<b>36.61%</b>	<b>-3.76%</b>	<b>41.96%</b>	<b>-20.51%</b>
Özel Bankalar (11 Banka)	2008-2009	-37.48%	102.73%	9.36%	85.39%	26.76%
	2009-2010	-70.61%	-17.00%	-3.67%	-13.84%	-75.61%
	<b>Ortalama</b>	<b>-57.13%</b>	<b>29.72%</b>	<b>2.64%</b>	<b>26.38%</b>	<b>-44.40%</b>
Yabancı Bankalar (12 Banka)	2008-2009	-31.23%	110.43%	11.04%	89.50%	44.70%
	2009-2010	-83.07%	-16.78%	-0.24%	-16.58%	-85.91%
	<b>Ortalama</b>	<b>-65.88%</b>	<b>32.33%</b>	<b>5.25%</b>	<b>25.73%</b>	<b>-54.85%</b>

Banka ölçeklerine göre üretim endekslerindeki değişimler incelendiğinde ve 2010 yılı değerlerine bakıldığında, teknoloji değişiminin (TC) tüm bankalarda olumsuz yönde geliştiği görülmektedir. Tablo 11 ve 12’de benzer sonuçlar ile karşılaşılmaktadır. Bütün dönem bazında tüm ölçek gruplarında %19 ile %73 arasında (M) bir üretim kaybı olmuştur. Bu kayıpların temel sebebi yine olumsuz teknoloji değişimidir.

**Tablo 11. Banka Ölçeklerine Göre Malmquist Üretim Endeksleri**

<b>Banka Ölçeklerine Göre</b>	<b>Dönem</b>	<b>TC</b>	<b>TE</b>	<b>PTE</b>	<b>SE</b>	<b>M</b>
Büyük Ölçekli (7 Banka)	2008-2009	0.670	2.130	0.982	2.169	1.426
	2009-2010	0.442	0.870	0.985	0.883	0.385
	<b>Ortalama</b>	<b>0.544</b>	<b>1.361</b>	<b>0.984</b>	<b>1.383</b>	<b>0.741</b>
Orta Ölçekli (7 Banka)	2008-2009	0.619	2.490	1.071	2.325	1.540
	2009-2010	0.296	0.646	0.978	0.661	0.192
	<b>Ortalama</b>	<b>0.428</b>	<b>1.269</b>	<b>1.024</b>	<b>1.239</b>	<b>0.543</b>
Küçük Ölçekli (5 Banka)	2008-2009	0.629	2.080	1.009	2.061	1.308
	2009-2010	0.552	0.888	0.871	1.020	0.491
	<b>Ortalama</b>	<b>0.589</b>	<b>1.359</b>	<b>0.937</b>	<b>1.450</b>	<b>0.801</b>
Mikro Ölçekli (7 Banka)	2008-2009	0.714	1.659	1.277	1.299	1.185
	2009-2010	0.060	1.009	1.060	0.952	0.061
	<b>Ortalama</b>	<b>0.208</b>	<b>1.294</b>	<b>1.163</b>	<b>1.112</b>	<b>0.269</b>

**Tablo 12. Banka Ölçeklerine Göre Malmquist Üretim Endeksleri % Değişim Oranları**

<b>Banka Ölçeklerine Göre</b>	<b>Dönem</b>	<b>TC</b>	<b>TE</b>	<b>PTE</b>	<b>SE</b>	<b>M</b>
Büyük Ölçekli (7 Banka)	2008-2009	-33.04%	113.01%	-1.78%	116.86%	42.64%
	2009-2010	-55.77%	-13.05%	-1.48%	-11.74%	-61.54%
	<b>Ortalama</b>	<b>-45.58%</b>	<b>36.09%</b>	<b>-1.63%</b>	<b>38.35%</b>	<b>-25.94%</b>
Orta Ölçekli (7 Banka)	2008-2009	-38.15%	149.03%	7.13%	132.46%	54.03%
	2009-2010	-70.37%	-35.35%	-2.16%	-33.93%	-80.84%
	<b>Ortalama</b>	<b>-57.19%</b>	<b>26.88%</b>	<b>2.38%</b>	<b>23.93%</b>	<b>-45.68%</b>
Küçük Ölçekli (5 Banka)	2008-2009	-37.11%	107.98%	0.91%	106.10%	30.80%
	2009-2010	-44.77%	-11.19%	-12.94%	2.01%	-50.95%
	<b>Ortalama</b>	<b>-41.07%</b>	<b>35.91%</b>	<b>-6.27%</b>	<b>45.00%</b>	<b>-19.90%</b>
Mikro Ölçekli (7 Banka)	2008-2009	-28.57%	65.86%	27.72%	29.86%	18.47%
	2009-2010	-93.97%	0.88%	5.96%	-4.80%	-93.91%
	<b>Ortalama</b>	<b>-79.24%</b>	<b>29.35%</b>	<b>16.34%</b>	<b>11.19%</b>	<b>-73.15%</b>

## 6. Sonuç

2008 küresel finansal kriz sonrası bankacılık sektöründe, önemli birtakım değişimler gözlenmiştir. Bu gözlemlerin mikro ve makro anlamda seyrini ve kriz döneminde yaşanan değişimleri ortaya koymak amacı ile yapılan bu çalışmada, bankacılık sektörü etkinlik değerlerinin, 2008 yılından 2009 yılına geçişte %36 oranında (ortalama) arttığı, 2010 yılında ise 2009 yılına göre yaklaşık %79 oranında azaldığı görülmektedir. Gerek ÇKVZA gerekse de çokboyutlu etkinlik analizi sonuçlarında 2009 yılı etkinliklerinin arttığı, bununla birlikte 2010

yılında bu etkinliklerin azaldığı görülmektedir. Diğer yandan her iki modelde ortaya çıkan sonuçlar, 2010 yılında bankacılık sektörü etkinliklerindeki azalmanın, ÇKVZA modelleri çıktılarında, Malmquist etkinlik sonuçlarında ortaya çıkan azalmadan düşük düzeyde kaldığı görülmektedir. Bir diğer deyişle, Malmquist sonuçlarına göre, 2010 yılı bankacılık sektörü etkinliği 2008 yılındaki etkinliklerden daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Bu sonuç ÇKVZA modelleri bulguları ile farklılık göstermektedir.

Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, 2009 ve 2010 yıllarında, küresel finansal krizin de etkileri ile birlikte bankaların etkinliklerde önemli sapmalar meydana geldiği görülmektedir. Girdi olarak ele alınan takipteki kredilerdeki önemli artışlar ve çıktı değişkenleri olan net faiz geliri ve faiz dışı gelirlerdeki keskin düşüşler, etkinlik değerlerinde önemli değişimlere/dalgalanmalara sebep olmuştur.

Daha açık bir biçimde söylemek gerekirse, kriz sonrası kısa dönemde bankalar ya mevduat dışı yollardan kaynak yaratarak ya da yarattıkları fonları kredi dışı alanlara kanalize ederek ölçülen çıktıların düşmesine neden olmuşlardır. Girdilerdeki artışa karşılık çıktı miktarının yeterli oranda artmaması, üretim sınırının aşağıya doğru hareket etmesi ya da teknolojik değişimin negatif yönde olması sonucunu verecektir. Bankalarda üretim yaklaşımı çerçevesinde olumsuz bir teknolojik değişim olması, bankaların girdilerini ya da kaynaklarını ölçülen çıktıları üretmekte etkin biçimde kullanamadıkları şeklinde yorumlanabilir.

Teknolojik değişimin, kriz sonrasında, mikro, küçük, orta ve büyük ölçekli bankalar üzerinde olumsuz bir etkisinin olduğu da çalışma kapsamında elde edilen önemli bulgulardandır. Krizle birlikte düşüş göstermesine karşın, büyük ölçekli bankaların görece olarak daha etkin bankalar olduğu görülmektedir. Sahiplik açısından bakıldığında ise elde edilen genel bulgu, kamu bankalarının kriz sonrasında etkinlik skorlarında bir düşüş meydana gelse de, her üç dönemde de en etkin bankalar olduğudur. Özel bankalar ise, yine her üç dönemde de en düşük etkinliğe sahip bankalar olarak göze çarpmaktadır.

İncelenen 26 banka kapsamında Türk bankacılık sektörü incelendiğinde, 2009 yılında 2008 yılına göre etkinlik değişimi % 106.7 olumlu yönde, teknoloji değişimi ise yaklaşık % 34.1 olumsuz yönde olmuştur. Teknolojinin olumsuz yönde bir değişim göstermesi benzer miktarda girdi kullanılarak üretilen çıktı miktarında azalma olduğu anlamına gelmektedir. Bu, bankaların 2009 yılında kullandıkları girdilerde yarattıkları artışa karşılık net faiz geliri ve faiz dışı gelir toplamlarında yeterli artışın yaratılmamasına bağlanabilir. Bir başka deyişle etkin sınırı oluşturan bankaların girdi çıktı kompozisyonları olumsuz yönde değişmiştir.

Etkinlikte meydana gelen artış, saf etkinlik değişimi ve ölçek etkinlik değişimi olmak üzere iki bileşene ayrılabilir. Saf teknik etkinlik yönetsel etkinliği, ölçek etkinliği ise bankaların kendilerine uygun ölçekte çalışıp çalışmadığını sorgulamaktadır (Kaya ve Doğan, 2005). 2009 yılında meydana gelen etkinlik artışında saf etkinliğin olumlu bir payı olduğu görülmektedir. Saf etkinlik bir önceki yıla göre % 8.5'lik bir artış göstermiştir. Literatürde saf etkinlik değişiminin yönetsel etkinliğin bir göstergesi olduğu yolunda da genel bir kabul olduğu düşünülürse, ilgili dönemde bankacılığın etkinliğinde meydana gelen değişimin hem yönetsel etkinlikten, hem de daha fazla oranda ölçek etkinliğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı söylenebilir.

Banka sahiplik yapılarına göre yapılan analizlerde ise, kriz sonrasında hem kamu hem özel sektör hem de yabancı banka etkinliklerinde olumsuz yönde bir değişim gözlenmiştir. Diğer yandan, bu üç grupta en büyük düşüş, teknolojik değişim dolayısı ile yabancı bankalarda olmuştur. Çalışmadan elde edilen diğer bir önemli sonuç da kriz sonrasında etkin ve etkin olmayan bankalar arasındaki farkın çok daha belirgin bir hale gelmiş olmasıdır.

## Kaynakça

- Aigner, D. J. and Chu, S. F. (1968). On Estimating the Industry Production Function. *American Economic Review* 58:826-839.
- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science* 30 (9): 1078-1092.
- Berger, A. N. and Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research. *European Journal of Operational Research* 98(2): 175-212.
- Caves, D. W., Christensen, L. R. and Diewert, W. E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity. *Econometrica* 50:1393-1414.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Huang, Z. M. and Sun, D. B. (1990). Polyhedral Cone-Ratio DEA Models with an Illustrative Application to Large Commercial Banks. *Journal of Econometric* 46: 73-91.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978). Measuring Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operations Research* 2(6): 429-444.
- Chen, Z., Matousek, R., Wanke, P. (2017), Chinese bank efficiency during the global financial crisis: A combined approach using satisficing DEA and Support Vector Machines, *The North American Journal of Economics and Finance*, In press.
- Cingi, S. ve Tarım, A. (2000). Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü Dea-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması. TBB Araştırma Tebliğleri Dizisi.
- Cook, W. D. and Seiford, L. M., (2009), Data Envelopment Analysis (DEA): Thirty Years On. *European Journal of Operational Research* 192: 1-17.
- Cooper, W., Seiford, L. M., and Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
- Cooper, W.W., Shanling, L., Seiford, L.M., Tone, K., Thrall, R.M., Zhu, J. (2001), Sensitivity And Stability Analysis in DEA: Some Recent Developments, *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 15, N. 3.
- Cooper W.W., Seiford, L.M., Tone, K., Zhu, J., (2007), Some models and measures for evaluating performances with DEA: past accomplishments and future prospects, *Journal of Productivity Analysis*, 28, 151–163
- Çetin, A. C. ve Bıtrak, İ. A. (2010). Banka Karlılık Performansının Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi: Ticari Bankalar ile Katılım Bankalarında Bir Uygulama. *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi* 2(2): 75-92.
- Çolak, Ö. F. ve Altan, Ş. (2002). Toplam Etkinlik Ölçümü: Türkiye'deki Özel ve Kamu Bankaları İçin Bir Uygulama. *İşletme ve Finans Dergisi* 196: 45-55.
- Debreu, G., (1951). The Coefficient of Resource Utilization, *Econometrica*, 19, 3, 273-292.
- Drake, L., Hall, M. J. B., Simper, R. (2009). Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector. *Journal of International Financial Markets Institutions and Money* 19(1): 1-15.
- Dyson, R.G., Allen, R., Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S., Shale, E.A. (2001), Pitfalls And Protocols in DEA”, *European Journal of Operational Research*, Vol: 132, I. 2, pp. 245-259.
- Ekren, N. ve Emiral, F. (2002). Türk Bankacılık Sistemindeki Etkinlik Analizi (Veri Zarflama Analizi Uygulaması). *Active Bankacılık ve Finans Dergisi* 4(24): 6-27.
- Emrouznejad, A., Yang, G. (2016). CO<sub>2</sub> emissions reduction of Chinese light manufacturing industries: A novel RAM-based global Malmquist–Luenberger productivity index. *Energy Policy*, 96: 397-410
- Eroğlu, E. ve Lorcu, F. (2007). Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) ile Sayısal Karar Verme. *İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme Dergisi* 36(2): 30-53.
- Fare, R., Grosskopf, S. and Lovell, C. A .K. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge University Press, Cambridge
- Färe, R. Grosskopf, S. & Roos, P. (1998). ‘Malmquist productivity indexes: a survey of theory and

- practice’ in Färe, R, Grosskopf, S & Russell, R R (eds) *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist* Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA
- Färe, R., Grosskopf, S. and Roos P. (1997). *Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice*. In: Färe, R., Grosskopf, S., Russell, R.R. (Eds.), *Index numbers: Essays in honour of Sten Malmquist*. Kluwer Academic Publishers, Boston .
- Färe, S. G., Norris, M. and Zhang, Z. (1994). *Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Changes in Industrialised Countries*. *American Economic Review* 84: 66-83.
- Farrel, M. J. (1957). *The Measurement of Productive Efficiency*. *Journal of Royal Statistical Society. Series A (General)* 120(3): 253-290.
- Gökgöz, F. (2009). *Veri Zarflama Analizi ve Finans Alanına Uygulanması*, Ankara Üniversitesi SBF Yayın No:597.
- Ganley, J. A., Cubbin, J. S., 1992. *Public sector efficiency measurement: Applications of DEA*, London, North Holland, Elsevier Science & Technology, 1-180
- Golany, B., (1988). *An Interactive MOLP Procedure for the Extension of DEA to Effectiveness Analysis*, *The Journal of the Operational Research Society*, 39, 725-734.
- Grifell-Tatje, E. and Lovell, C. A. K. (1998). *The Sources of Productivity Change in Spanish Banking*. *European Journal of Operational Research*, 98: 364-380.
- Grosskopf, S. (1993). “Efficiency and Productivity” *The Measurement of Productive Efficiency* (Ed. Fried, H. O., Lovell, C. A. K. and Schmidt, S. S.), New York: Oxford University Press, 160-194.
- İnan, E. A. (2000). *Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik*. TBB Bankacılık ve Araştırma Grubu, *Bankacılar Dergisi* 34: 82-96.
- Joro, T., Pekka, K., Wallenius, J., 1996. *Structural comparison of data envelopment analysis and multiple objective linear programming* (forthcoming in *Management Science*)
- Kabaklı, E. (2011). *Türk Bankacılık Sektörünün Toplam Faktör Verimliliğinin Malmquist Endeksi İle Ölçülmesi (2003-2008)*. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8(1): 109-122.
- Karacabey, A. A. (2002). *Türk Bankalarındaki Üretim Değişiklikleri ve Nedenleri*. Ankara Üniversitesi SBF Tartışma Metinleri.
- Karacabey, A. A. (2001). *Veri Zarflama Analizi*. Ankara Üniversitesi SBF Tartışma Metinleri.
- Kaya, Y. T. Ve Doğan, E. (2005) *Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinliğin Gelişimi*. BDDK ARD Çalışma Raporu, No: 2005/10.
- Koopmans, T. C. (1951). *Activity Analysis of Production and Allocation*, New York: John Wiley & Sons Inc.
- Lovell, C. A. K. (1993). “Production Frontiers and Productive Efficiency” *The Measurement of Productive Efficiency*, New York: Oxford University Press, 3-67.
- Liu, J.S., Lu, L.Y.Y., Lu, W., Lin, B.J.Y., (2013a). *Data envelopment analysis 1978–2010: A citation-based literature survey*, *Omega*, 41, 3-15.
- Liu, J.S., Lu, L.Y.Y., Lu, W., Lin, B.J.Y., (2013b). *A survey of DEA applications*, *Omega*, 41: 893-902.
- Maredza, A. and Ikhida, S. (2013). *The Impact of the Global Financial Crisis on Efficiency and Productivity of the Banking System in South Africa*. *Economic Research Southern Africa - ERSA, Working Paper Series No: 328*.
- Nishimizu, M. and Page, J. (1982) *Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Changes*. *Economic Journal*, 92, 920-936.
- Norman, M. and Stoker, B. (1991). *Data Envelopment Analysis: The assessment of performance*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis*. New Delhi, USA, London: Sage Publications.
- Seyrek, İ. H. ve Ata, H. A. (2010). *Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü*. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi* 4(2): 67-84.
- Suiçmez, H. (1990). *Türkiye’de Kalkınma ve Yatırım Bankacılığında Proje Değerlendirme ve Verimlilik*.

Ankara: MPM Yayınları.

- Nishimizu, M. and Page, J. (1982) Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Changes. *Economic Journal*, 92, 920-936.
- Tarım, A. (2001). Veri Zarflama Analizi. Sayıştay Yayınları, Araştırma Serisi, No:15, Ankara.
- Tatje, E. G and Lovell, C. A. K. (1995). A Note on the Malmquist Productivity Index. *Economic Letters* 47:169-175.
- Thompson, R. G., Dharmapala, P. S., Humphrey, D. B., Taylor, W. M. and Thrall, R. M. (1996). Computing DEA/AR Efficiency and Profit Ratio Measures With An Illustrative Bank Application. *Annals of Operations Research* 68(3): 321-327.
- Ulucan, A. (2007). *Yöneylem Araştırması-İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Yolalan, R. (2003). *İşletmelerarası Görelilik Ölçümü*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 483, Ankara.

**EKLER****Ek-1. ÇKVZA Etkinlik Skorları**

N	Banka Adı	2008			2009			2010		
		KVZA	Minmax	Minsum	KVZA	Minmax	Minsum	KVZA	Minmax	Minsum
1	Adabank A.Ş.	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	0,62	1,00	1,00	0,12
2	Akbank T.A.Ş.	0,40	0,16	0,04	0,97	0,78	0,74	1,00	0,16	1,00
3	Alternatif Bank A.Ş.	0,55	0,17	0,03	1,00	0,81	0,80	0,55	0,17	0,52
4	Anadolubank A.Ş.	0,26	0,19	0,19	0,45	0,36	0,35	0,43	0,19	0,16
5	Arap Türk Bankası A.Ş.	0,68	0,02	0,02	0,87	0,41	0,34	0,78	0,02	0,03
6	Bank Mellat	0,26	0,22	0,10	0,54	0,51	0,41	0,48	0,22	0,48
7	Denizbank A.Ş.	0,27	0,27	0,27	0,74	0,63	0,63	0,53	0,27	0,53
8	Deutsche Bank A.Ş.	0,23	0,01	0,01	0,31	0,02	0,01	1,00	0,01	0,08
9	Eurobank Tekfen A.Ş.	0,35	0,31	0,10	1,00	0,72	0,79	0,29	0,31	0,10
10	Finans Bank A.Ş.	0,32	0,32	0,32	1,00	0,75	0,83	0,49	0,32	0,25
11	Fortis Bank A.Ş.	0,29	0,28	0,28	0,80	0,53	0,51	0,45	0,28	0,16
12	HSBC Bank A.Ş.	0,42	0,34	0,34	1,00	0,74	0,70	0,47	0,34	0,19
13	ING Bank A.Ş.	0,40	0,23	0,23	0,80	0,52	0,56	0,51	0,23	0,21
14	JPMorgan Chase Bank N.A.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	Société Générale (SA)	0,29	0,13	0,13	0,64	0,36	0,35	1,00	0,13	0,30
16	Şekerbank T.A.Ş.	0,29	0,11	0,02	0,65	0,54	0,54	0,44	0,11	0,44
17	Tekstil Bankası A.Ş.	0,20	0,20	0,20	0,61	0,50	0,60	0,29	0,20	0,30
18	Turkish Bank A.Ş.	0,17	0,14	0,17	0,33	0,27	0,31	0,24	0,14	0,25
19	Turkland Bank A.Ş.	0,32	0,19	0,19	0,99	0,41	0,47	0,54	0,19	0,33
20	Türk Ekonomi Bankası A.Ş.	0,25	0,19	0,19	0,62	0,42	0,47	0,38	0,19	0,35
21	T.C. Ziraat Bankası A.Ş.	0,27	0,27	0,09	1,00	0,57	0,46	0,41	0,27	0,40
22	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0,36	0,35	0,36	1,00	0,83	0,81	0,54	0,35	0,55
23	Halk Bankası A.Ş.	0,38	0,31	0,38	0,87	0,75	0,75	0,48	0,31	0,48
24	Türkiye İş Bankası A.Ş.	0,39	0,35	0,12	0,77	0,62	0,50	0,44	0,35	0,13
25	Vakıflar Bankası T.A.O.	0,52	0,41	0,10	1,00	1,00	1,00	0,49	0,41	0,23
26	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0,40	0,34	0,10	0,98	0,79	0,74	0,52	0,34	0,18

**Ek – 2. Analizde Kullanılan Bankalar Ölçek ve Sermaye Yapıları**

Sıra	Banka	Sahiplik	Ölçek
1	Adabank A.S.	Özel	Mikro
2	Akbank T.A.Ş.	Özel	Büyük
3	Alternatif Bank A.Ş.	Özel	Küçük
4	Anadolubank A.Ş.	Özel	Küçük
5	Arap Türk Bankası A.Ş.	Yabancı	Mikro
6	Bank Mellat	Yabancı	Mikro
7	Denizbank A.Ş.	Yabancı	Orta
8	Deutsche Bank A.Ş.	Yabancı	Küçük
9	Eurobank Tekfen A.Ş.	Yabancı	Küçük
10	Finans Bank A.Ş.	Yabancı	Orta
11	Fortis Bank A.Ş.	Yabancı	Orta
12	HSBC Bank A.Ş.	Yabancı	Orta
13	ING Bank A.Ş.	Yabancı	Orta
14	JPMorgan Chase Bank	Yabancı	Mikro
15	Société Générale (SA)	Yabancı	Mikro
16	Şekerbank T.A.Ş.	Özel	Orta
17	Tekstil Bankası A.Ş.	Özel	Küçük
18	Turkish Bank A.Ş.	Özel	Mikro
19	Turkland Bank A.Ş.	Yabancı	Mikro
20	Türk Ekonomi Bankası	Özel	Orta
21	T.C. Ziraat Bankası A.Ş.	Kamu	Büyük
22	Türkiye Garanti Bankası	Özel	Büyük
23	Halk Bankası A.Ş.	Kamu	Büyük
24	Türkiye İş Bankası A.Ş.	Özel	Büyük
25	Vakıflar Bankası T.A.O.	Kamu	Büyük
26	Yapı ve Kredi Bankası	Özel	Büyük



**Ek – 3A. 2008 Yılı Uzaklık Fonksiyonu Değerleri**

Sıra	Banka	2008	2008 VRS	2008-2009 CRS	2009-2008 CRS
		DT(T)	DT(T)	DT(T+1) (CRS)	DT+1(T) (CRS)
1	Adabank A.S.	1.000	1.000	0.752	3.853
2	Akbank T.A.Ş.	0.403	1.000	0.582	0.584
3	Alternatif Bank A.Ş.	0.549	1.000	0.632	0.828
4	Anadolubank A.Ş.	0.251	0.751	0.310	0.375
5	Arap Türk Bankası A.Ş.	0.682	0.982	0.478	0.553
6	Bank Mellat	0.258	0.951	0.357	0.362
7	Denizbank A.Ş.	0.272	0.861	0.451	0.440
8	Deutsche Bank A.Ş.	0.230	0.520	0.207	0.347
9	Eurobank Tekfen A.Ş.	0.350	0.994	0.552	0.581
10	Finans Bank A.Ş.	0.318	1.000	0.548	0.542
11	Fortis Bank A.Ş.	0.290	1.000	0.374	0.521
12	HSBC Bank A.Ş.	0.417	1.000	0.668	0.655
13	ING Bank A.S.	0.400	1.000	0.564	0.563
14	JPMorgan Chase Bank N.A.	1.000	1.000	4.058	2.011
15	Société Générale (SA)	0.291	0.472	0.519	0.582
16	Şekerbank T.A.Ş.	0.293	0.851	0.397	0.452
17	Tekstil Bankası A.Ş.	0.200	0.700	0.349	0.332
18	Turkish Bank A.Ş.	0.171	0.173	0.196	0.269
19	Turkland Bank A.Ş.	0.321	0.484	0.643	0.451
20	Türk Ekonomi Bankası A.Ş.	0.252	0.685	0.377	0.352
21	T.C. Ziraat Bankası A.Ş.	0.275	1.000	0.386	0.423
22	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.363	1.000	0.591	0.545
23	Halk Bankası A.S.	0.381	1.000	0.531	0.582
24	Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.392	1.000	0.476	0.582
25	Vakıflar Bankası T.A.O.	0.518	1.000	0.733	0.738
26	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.401	1.000	0.611	0.616
<b>Ortalamalar</b>		<b>0.357</b>	<b>0.816</b>	<b>0.506</b>	<b>0.564</b>

**CRS:** Ölçeğe göre sabit getiri **VRS:** Ölçeğe göre değişken getiri **DT:** Uzaklık fonksiyonu değeri

**Ek – 3B. 2009 Yılı Uzaklık Fonksiyonu Değerleri**

Sıra	Banka	2009	2009 VRS	2009-2010 CRS	2010-2009 CRS
		DT(T)	DT(T)	DT(T+1) (CRS)	DT+1(T) (CRS)
1	Adabank A.S.	1.000	1.000	0.293	52.580
2	Akbank T.A.Ş.	0.842	1.000	0.609	2.833
3	Alternatif Bank A.Ş.	1.000	1.000	0.645	4.082
4	Anadolubank A.Ş.	0.452	0.816	0.265	3.868
5	Arap Türk Bankası A.Ş.	0.876	1.000	0.297	4.694
6	Bank Mellat	0.537	0.950	1.606	1.067
7	Denizbank A.Ş.	0.748	1.000	0.417	4.202
8	Deutsche Bank A.Ş.	0.311	0.539	71.134	0.262
9	Eurobank Tekfen A.Ş.	1.000	1.000	0.216	15.861
10	Finans Bank A.Ş.	0.954	1.000	0.363	8.955
11	Fortis Bank A.Ş.	0.796	1.000	0.384	14.305
12	HSBC Bank A.S.	1.000	1.000	0.408	11.933
13	ING Bank A.Ş.	0.800	1.000	0.387	4.365
14	JPMorgan Chase Bank N.A.	1.000	1.000	0.000	12.986
15	Société Générale (SA)	0.635	0.651	0.635	5.858
16	Şekerbank T.A.Ş.	0.650	0.836	0.364	3.389
17	Tekstil Bankası A.Ş.	0.615	0.647	0.223	6.149
18	Turkish Bank A.Ş.	0.329	0.330	0.192	3.325
19	Turkland Bank A.Ş.	0.989	1.000	0.793	7.575
20	Türk Ekonomi Bankası A.Ş.	0.620	0.971	0.374	6.899
21	T.C. Ziraat Bankası A.Ş.	0.593	1.000	0.533	0.556
22	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.908	1.000	0.579	4.826
23	Halk Bankası A.Ş.	0.809	0.882	0.506	4.443
24	Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.692	1.000	0.480	2.462
25	Vakıflar Bankası T.A.O.	1.000	1.000	0.549	5.068
26	Yapı ve Kredi Bankası A.S.	0.976	1.000	0.574	8.275
<b>Ortalamalar</b>		<b>0.739</b>	<b>0.885</b>	<b>0.236</b>	<b>4.781</b>

**CRS:** Ölçeğe göre sabit getiri **VRS:** Ölçeğe göre değişken getiri **DT:** Uzaklık fonksiyonu değeri

**Ek – 3C. 2010 Yılı Uzaklık Fonksiyonu Değerleri**

Sıra	Banka	2010 CRS	2010 VRS
		DT(T)	DT(T)
1	Adabank A.Ş.	1.000	1.000
2	Akbank T.A.Ş.	0.720	1.000
3	Alternatif Bank A.Ş.	1.000	1.000
4	Anadolubank A.Ş.	0.444	0.917
5	Arap Türk Bankası A.Ş.	0.776	0.878
6	Bank Mellat	0.481	1.000
7	Denizbank A.Ş.	0.664	1.000
8	Deutsche Bank A.Ş.	1.000	1.000
9	Eurobank Tekfen A.Ş.	0.308	0.389
10	Finans Bank A.Ş.	0.512	1.000
11	Fortis Bank A.Ş.	0.461	0.947
12	HSBC Bank A.Ş.	0.476	1.000
13	ING Bank A.Ş.	0.536	1.000
14	JPMorgan Chase Bank N.A.	1.000	1.000
15	Société Générale (SA)	1.000	1.000
16	Şekerbank T.A.Ş.	0.555	0.791
17	Tekstil Bankası A.Ş.	0.349	0.398
18	Turkish Bank A.Ş.	0.277	0.349
19	Turkland Bank A.Ş.	1.000	1.000
20	Türk Ekonomi Bankası A.Ş.	0.389	0.930
21	T.C. Ziraat Bankası A.Ş.	0.930	1.000
22	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.633	1.000
23	Halk Bankası A.Ş.	0.593	0.879
24	Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.715	1.000
25	Vakıflar Bankası T.A.O.	0.639	0.904
26	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.811	1.000
<b>Ortalamalar</b>		<b>0.620</b>	<b>0.867</b>

**CRS:** Ölçeğe göre sabit getiri **VRS:** Ölçeğe göre değişken getiri

#### **Ek – 4. KVZA Modelleri primal form yazılışları**

##### **Örnek Model – Ziraat Bankası (Minsum - 2008)**

min=d1+d2+d3+d4+d5+d6+d7+d8+d9+d10+d11+d12+d13+d14+d15+d16+d17+d18+d19+d20+d21+d22+d23+d24+d25+d26;

21299\*p+83883435\*m+1491551\*d+338370\*f=1;

6776\*n+21203\*t-47\*p-6767\*m-3359\*d-113\*f+d1=0;

3487830\*n+1138709\*t-15127\*p-52181947\*m-1763465\*d-740962\*f+d2=0;

196981\*n+128893\*t-1006\*p-2653553\*m-59990\*d-52614\*f+d3=0;

214788\*n+43979\*t-1718\*p-2086935\*m-92153\*d-9382\*f+d4=0;

42248\*n+5906\*t-170\*p-98000\*m-48880\*d-18140\*f+d5=0;

10301\*n+159\*t-50\*p-71469\*m-8931\*d-623\*f+d6=0;

1095432\*n+407999\*t-7376\*p-9999213\*m-610509\*d-146062\*f+d7=0;

18938\*n+0\*t-94\*p-277329\*m-136435\*d-4425\*f+d8=0;

78980\*n+76041\*t-661\*p-1795524\*m-164355\*d-7703\*f+d9=0;

1707388\*n+660288\*t-9986\*p-15939067\*m-771138\*d-105909\*f+d10=0;

703287\*n+389297\*t-5378\*p-5460673\*m-373281\*d-39971\*f+d11=0;

1176331\*n+517970\*t-6853\*p-9183424\*m-391976\*d-45639\*f+d12=0;

811976\*n+268002\*t-6357\*p-9997729\*m-252343\*d-50663\*f+d13=0;

46342\*n+0\*t-53\*p-83719\*m-3725\*d-285\*f+d14=0;

24213\*n+1690\*t-234\*p-252152\*m-7464\*d-555\*f+d15=0;

626591\*n+235973\*t-4089\*p-5931571\*m-278543\*d-213912\*f+d16=0;

160474\*n+53365\*t-1410\*p-1434470\*m-123935\*d-14409\*f+d17=0;

29297\*n+8875\*t-292\*p-413340\*m-39851\*d-7867\*f+d18=0;

51508\*n+15490\*t-457\*p-577887\*m-19276\*d-5364\*f+d19=0;

704187\*n+201525\*t-6400\*p-9271747\*m-330901\*d-83323\*f+d20=0;

4102277\*n+604280\*t-21299\*p-83883435\*m-1491551\*d-338370\*f+d21=0;

3177960\*n+1239739\*t-16350\*p-52715281\*m-2021597\*d-297971\*f+d22=0;

2126238\*n+1251362\*t-12467\*p-39904097\*m-1385320\*d-363189\*f+d23=0;

3618295\*n+2195493\*t-20924\*p-63539185\*m-5048327\*d-651536\*f+d24=0;

1974691\*n+1455822\*t-9567\*p-37120277\*m-1554813\*d-312704\*f+d25=0;

2415117\*n+1713030\*t-14795\*p-41705329\*m-4240949\*d-367180\*f+d26=0;

N, t, p, m, d, f >= 0;

d1,..... d26 >= 0; end

**Örnek Model 2 Ziraat Bankası (Minmax - 2008)**

min=G;  
21299\*p+83883435\*m+1491551\*d+338370\*f=1;  
6776\*n+21203\*t-47\*p-6767\*m-3359\*d-113\*f+d1=0;  
3487830\*n+1138709\*t-15127\*p-52181947\*m-1763465\*d-740962\*f+d2=0;  
196981\*n+128893\*t-1006\*p-2653553\*m-59990\*d-52614\*f+d3=0;  
214788\*n+43979\*t-1718\*p-2086935\*m-92153\*d-9382\*f+d4=0;  
42248\*n+5906\*t-170\*p-98000\*m-48880\*d-18140\*f+d5=0;  
10301\*n+159\*t-50\*p-71469\*m-8931\*d-623\*f+d6=0;  
1095432\*n+407999\*t-7376\*p-9999213\*m-610509\*d-146062\*f+d7=0;  
18938\*n+0\*t-94\*p-277329\*m-136435\*d-4425\*f+d8=0;  
78980\*n+76041\*t-661\*p-1795524\*m-164355\*d-7703\*f+d9=0;  
1707388\*n+660288\*t-9986\*p-15939067\*m-771138\*d-105909\*f+d10=0;  
703287\*n+389297\*t-5378\*p-5460673\*m-373281\*d-39971\*f+d11=0;  
1176331\*n+517970\*t-6853\*p-9183424\*m-391976\*d-45639\*f+d12=0;  
811976\*n+268002\*t-6357\*p-9997729\*m-252343\*d-50663\*f+d13=0;  
46342\*n+0\*t-53\*p-83719\*m-3725\*d-285\*f+d14=0;  
24213\*n+1690\*t-234\*p-252152\*m-7464\*d-555\*f+d15=0;  
626591\*n+235973\*t-4089\*p-5931571\*m-278543\*d-213912\*f+d16=0;  
160474\*n+53365\*t-1410\*p-1434470\*m-123935\*d-14409\*f+d17=0;  
29297\*n+8875\*t-292\*p-413340\*m-39851\*d-7867\*f+d18=0;  
51508\*n+15490\*t-457\*p-577887\*m-19276\*d-5364\*f+d19=0;  
704187\*n+201525\*t-6400\*p-9271747\*m-330901\*d-83323\*f+d20=0;  
4102277\*n+604280\*t-21299\*p-83883435\*m-1491551\*d-338370\*f+d21=0;  
3177960\*n+1239739\*t-16350\*p-52715281\*m-2021597\*d-297971\*f+d22=0;  
2126238\*n+1251362\*t-12467\*p-39904097\*m-1385320\*d-363189\*f+d23=0;  
3618295\*n+2195493\*t-20924\*p-63539185\*m-5048327\*d-651536\*f+d24=0;  
1974691\*n+1455822\*t-9567\*p-37120277\*m-1554813\*d-312704\*f+d25=0;  
2415117\*n+1713030\*t-14795\*p-41705329\*m-4240949\*d-367180\*f+d26=0;  
N, t, p, f, m, d, G>=0;  
d1,..... d26 >=0; G-d1, d26>=0; end